دلائل جودة مياه الشرب

الجزء الثالث

مراقبة جودة إمدادات مياه الشرب في المجتمعات الصغيرة



دلائل جودة مياه الشرب

الجزء الثالث

مراقبة جودة إمدادات مياه الشرب في المجتمعات الصغيرة

GUIDELINES FOR DRINKING-WATER QUALITY

Volume 3

Drinking-water Quality Control
in Small-community Supplies

صدرت الطبعة الأصلية عن المقر
الرئيسي لمنظمة الصحة العالمية ،
جنيف ، ١٩٨٥.



صدرت الطبعة العربية عن المكتب
الإقليمي لشرق البحر المتوسط ،
الاسكندرية ، ١٩٨٨.

ISBN 92-9021-029-X

طبع في الإسكندرية

المحتوى

الصفحة

الصفحة

قائمـــة الجـــداول

الصفحة

تمهيد

ان الهدف من اصدار «دلائل جودة مياه الشرب» هو ان تحل محل «المعايير الأوروبية لمياه الشرب»[أ] و «المعايير الدولية لمياه الشرب»[ب] الصادرة عامي ١٩٧٠ و ١٩٧١ على التوالي. ويحتوي الجزء الأول من الدلائل على قيم دليلة guideline values لمختلف مقومات constituents مياه الشرب ، بينما يحتوي الجزء الثاني على دراسات عن المعايير التي أعدت لكل مادة أو ملوِّث وبنيت عليها القيم الدليلة.

أما هذا الجزء فيتناول بصفة محددة إمدادات مياه الشرب في المجتمعات الصغيرة ، وخاصة ما كان منها في مناطق ريفية ، مع التوكيد بصفة رئيسية على النوعية الحيوية المجهرية microbiological quality لمثل هذه الامدادات. وهو يتضمن أيضاً معلومات بشأن إجراء التفتيش الصحي ، وجمع عينات المياه ، وطرق بسيطة للتحليل الجرثومي ، وطرق تعيين نسبة الكلور المتبقي المناسبة للاستعمال في المناطق الريفية ، والتي تأخذ في الاعتبار الصعوبات التي يُحتمل مواجهتها في الميدان. كما أنها تشمل التدابير الاصلاحية والوقائية اللازمة للحفاظ على جودة المياه. والمشاركة المجتمعية الضرورية لمكافحة الأمراض المعوية المنقولة بالماء. ومن الجلي أن الظروف تختلف من بلد إلى بلد نتيجة تباين الأحوال الاقتصادية والجغرافية والثقافية والاجتماعية ، ولكن يمكن تكييف الطرق المذكورة هنا تبعا لذلك. وتشمل الدلائل أيضاً قيماً دليلة منتقاة لجودة مياه الشرب ، مَثَلها مثل القيم الدليلة الواردة في الجزء الأول ، ليست في حد ذاتها معايير معينة بل ينبغي أخذها بعناية في الاعتبار في سياق الوضع الوطني أو المحلي عند وضع المعايير أو الأنظمة التي تستهدف حماية امدادات مياه الشرب. وينبغي أن يكون الهدف على المدى البعيد تحقيق هذه القيم الدليلة.

ويرجى أن تعم فائدة هذا الكتاب على كافة المعنيين بجودة مياه الشرب في المناطق الريفية بالبلدان النامية ، على أن لا يقتصر ذلك فقط على موظفي المختبرات ، والعاملين الميدانيين في برامج التحري ، والمشتغلين بإجراء التدابير الاصلاحية لتأمين جودة مياه الشرب ، بل يشمل

(أ) European standards for drinking-water, 2nd ed. Geneva, World Health Organization, 1970.
(ب) International standards for drinking-water, 3rd ed. Geneva, World Health Organization, 1971.

تمهيد

أيضاً الإداريين والموظفين الآخرين المسؤولين عن إعداد أو تحسين البرامج الوطنية لمراقبة جودة مياه الشرب. ويؤمل أن يسهم هذا الكتاب أيضاً في تحقيق الأهداف الوطنية المُعدَّة بموجب العقد الدولي لمياه الشرب والإصحاح.

* *
*

بدىء إعداد هذا الجزء في اجتماع أقاليمى حول تحري جودة إمدادات مياه الشرب في المجتمعات الريفية ، عقد في بانكوك ما بين ٢٩ تشرين الثاني/ نوفمبر و ٣ كانون الاول/ ديسمبر ١٩٨٢ ، عندما تم الاتفاق على مخطط تمهيدي مفصل. والنص النهائي هو ثمرة أعمال عدد من المسهمين والمراجعين المذكورة أسماؤهم في الملحق ١ ؛ وهم يستحقون أعظم التقدير على مساعدتهم القيمة. كما يُسدى الشكر إلى الوكالة الدانمركية للتنمية الدولية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة لتوفيرهما الدعم المالي اللازم.

١ ــ جودة المياه

١ ــ ١ تطبيق القيم الدليلة

القيم الدليلة لجودة مياه الشرب مبينة في الجزء الأول من «دلائل جودة مياه الشرب» الذي توضح فيه أيضا كيفية تفسير هذه القيم[أ]. وتمثل القيمة الدليلة مستوى (تركيزاً أو رقماً) لمقوِّم يكفل وجود ماء مستطاب لا ينتج عنه أي خطر ملحوظ على صحة المستهلك. كما أن جودة المياه التي تحددها القيم الدليلة هي على نحو يجعلها مناسبة للاستهلاك البشري ولكل الأغراض المنزلية المعتادة بما في ذلك التصحح الشخصي personal hygiene. فعند تجاوز القيمة الدليلة يجب معرفة السبب ليتسنى اتخاذ التدابير التصحيحية اللازمة. وتتوقف كمية ومدى تجاوز القيمة الدليلة ، دون التأثير على الصحة العمومية ، على المادة المعنية أو الخصائص ذات الصلة .

وعند استحداث معايير وطنية لمياه الشرب مبنية على هذه الدلائل ، يصبح من الضروري مراعاة تشكيلة من الظروف المحلية الجغرافية ، والاجتماعية الاقتصادية ، والغذائية ، والصناعية. وربما يؤدي ذلك إلى صياغة معايير وطنية تختلف كثيراً عن القيم الدليلة. وفي حالة امدادات المياه في المجتمعات الصغيرة ، وخاصة في البلدان النامية ، يتحتم أن يكون عدد المَعَالم parameters المستخدمة في تقدير وقياس جودة المياه المعُدّة للاستعمال العام محدوداً. وعلى نحو مماثل ، كثيراً ما تعتبر القيم الدليلة المبينة أهدافاً طويلة الأمد أكثر منها معايير صارمة ينبغي الالتزام بها في جميع الأوقات وفي كافة مرافق تزويد المياه.

ومع أن السلطات الصحية الوطنية أو الإقليمية هي التي ستختار معالمها وتضع معاييرها الخاصة ، إلا أن هذه الدلائل تتطلب أن تشمل المعالم والمعايير المنتقاة أهم النواحي الجوهرية لجودة مياه الشرب. وإذا ما تذكرنا أن التوكيد ينصب أولًا وقبل كل شيء على سلامة إمدادات مياه الشرب من الأحياء المجهرية ، فإن عدداً محدوداً جداً من المعالم الفيزيائية الكيميائية يُعتبر هاماً بصفة عامة في تزويد المجتمعات الصغيرة بالمياه. وحيثما يجري التطهير بالكلور ، يعتبر مستوى الكلور المتبقي residual chlorine level المَعْلَم الأكثر ملاءمة ومدلولًا بين المعالم التي يتعين رصدها.

(أ) دلائل جودة مياه الشرب ، الجزء الأول ، التوصيات . المكتب الإقليمي لمنظمة الصحة العالمية ، الاسكندرية ، ١٩٨٧ ، الصفحات ١ ــ ٣ .

إن أي تغير غير موسمي أو فجائي في مستوى الكلور المتبقي قد يكشف عن تلوث حاد لمصدر المياه ، بالإضافة إلى وجود مستويات مرتفعة من المواد الملوّثة. وفي تلك الحالة ينبغي إجراء التفتيش الصحي والتحليل الحيوي المجهري أو الفيزيائي أو الكيميائي الفوري كخطوات أولية نحو تحديد التدابير الاصلاحية الضرورية المذكورة في الفصل السابع.

١ ــ ٢ الجوانب الحيوية المجهرية

إن الوضع الأمثل هو أن لا يحتوي ماء الشرب على أية أحياء مجهرية يعرف عنا أنها مُمْرضة. كما يجب أن يكون الماء خالياً من الجراثيم الدالة على التلوث بالفضلات. وضماناً لأن يكون ماء الشرب متفقا مع هذه الدلائل. فانه من المهم فحص عينات منه بانتظام لتحري مُشعرات indicators التلوث بالبراز. والمشعر الجرثومي الرئيسي الذي يوصي به لهذا الغرض هو مجموعة القولونيات كلها. ورغم أنها كمجموعة ليست محصورة بالبراز ، فإنها توجد بلا استثناء بأعداد كبيرة في غائط الإنسان والحيوانات الأخرى من ذوات الدم الحار ، وبذا يمكن كشفها ولو كانت مخففة جداً. وهكذا فإن كشف جراثيم قولونية غائطية (متحملة للحرارة) ولاسيما الإشريكية القولونية Escherichia coli يعتبر دليلًا قاطعاً على التلوث الغائطي.

ويتضمن الجزء الأول من الدلائل قيماً دليلة تكفل سلامة مياه الشرب من الناحية الجرثومية. ومع أن القيم المتعلقة بالمياه الموزعة بالأنابيب والإمدادات غير المنقولة بالأنابيب ، معدّة في الأصل للشبكات الكبيرة لتزويد المياه ، فهي تنطبق أيضاً على امدادات المجتمعات الصغيرة ولذلك نوردها في الجدول ١ . كما أن هنالك معلومات أساسية عن أهمية الجراثيم المشعرة indicator organisms وكيفية اختيارها ، وعن انتقاء الطرق التحليلية ، وكلها واردة في الفصل الخامس.

ولقد ثبت أن بالإمكان الحصول بواسطة الكَلْورة chlorination على ماء خالٍ من الفيروسات من مصادر مياه ملوثة بالبراز عندما يكون تركيز الكلور الحر المتبقي ٥ر. ميليغرام/لتر على الأقل ، بعد حد أدنى من الاختلاط بالكلور مدته ٣٠ دقيقة ، على أن يكون الرقم الهيدروجيني pH أقل من ٠ر٨ ودرجة العكر وحدة قياس كدر واحدة nephelometric turbidity unit (NTU) أو أقل. ويستحسن أيضاً الإبقاء على مستوى للكلور الحر المتبقي يتراوح بين ٢ر. و ٥ر. مغ/ل في شبكة التوزيع وذلك للاقلال من خطر التكاثر الجرثومي. إن كشف الكلور في نطاق هذا التركيز يعتبر دليلا على انعدام التلوث عقب المعالجة.

وينبغي إضافة مزيد من المادة المطهرة فوراً للتوصل الى مستوى للكلور الحر المتبقي بين

٢ر. ـــ ٥ر. مغ/ل في جميع أجزاء شبكة التوزيع عندما تزيد كثافات القولونيات الإجمالية عن ٣ جراثيم لكل ١٠٠ ميليلتر (مل) في عينات متعاقبة أو عند كشف جرثومة قولونية غائطية أو أكثر في كل ١٠٠ مل.

ويعتبر الكلور مطهراً مهماً بسبب تيسره وانخفاض سعره بالإضافة إلى سهولة استخدامه في الماء ومراقبته وقياسه. ويحتوي الفصل السادس على الطرق والأساليب الأكثر شيوعاً في تحديد نسبة الكلور المتبقي.

الجدول ١ ـــ القيم الدليلة للنوعية الجراثيمية[أ]

الكائن الحي	الوحدة	القيمة الدليلة	ملاحظـــات
أ ـــ امدادات المياه المنقولة بالأنابيب			
أ ـــ ١ الماء المعالج الداخل الى شبكة التوزيع			
القولونيات الغائطية	العدد/١٠٠ مل	صفر	العكر أقل من وحدة واحدة لقياس الكدر ؛ للتطهير بالكلور ، يفضل رقم هيدروجيني pH أقل من ٨ر٠ والكلور الحر المتبقي ٢ر ـــ ٥ر مغ/ل بعد اختلاط بالكلور لمدة ٣٠ دقيقة (على الأقل)
الجراثيم القولونية	العدد/١٠٠ مل	صفر	
أ ـــ ٢ الماء غير المعالج الداخل الى شبكة التوزيع			
القولونيات الغائطية	العدد/١٠٠ مل	صفر	
الجراثيم القولونية	العدد/١٠٠مل	٣	في عينة أحيانية occasional وليس في عينات متعاقبة
أ ـــ ٣ الماء في شبكة التوزيع			
القولونيات الغائطية	العدد/١٠٠ مل	صفر	
الجراثيم القولونية	العدد/١٠٠ مل	٣	في عينة أحيانية وليس في عينات متعاقبة
ب ـــ امدادات المياه غير المنقولة بالانابيب			
القولونيات الغائطية	العدد/١٠٠ مل	صفر	
الجراثيم القولونية	العدد/١٠٠ مل	١٠	ينبغي أن لا يتكرر حدوثه ؛ إذا كان الحدوث متواترا ، وإذا لم يكن بالامكان ضمان الحماية الصحية للمياه فيجب البحث عن مصدر بديل إن أمكن .

(أ) مقتبسة من «**دلائل جودة مياه الشرب**» الجزء الأول ، التوصيات ، المكتب الاقليمي لمنظمة الصحة العالمية ، ١٩٨٧ ، الصفحة ٢٨ .

١ ــ ٣ الجوانب البيولوجية

ليس من السهل تقديم دلائل للمخاطر البيولوجية تكون قابلة للتطبيق بوجه عام. ويصح هذا القول بصفة خاصة فيما يتعلق بالحيوانات الأوالي protozoa والديدان. كما أن تطبيق أية **دلائل أو إجراءات مقترحة يجب أن يخضع لاعتبارات وبائية متعلقة بأمرين على الأقل هما :** (١) وجود العديد من الطفيليات ذات التوزيع الجغرافي المعقد ، مما قد لا يتطلب اتخاذ احتياطات بشأن ما يظهر منها محلياً ؛ و (٢) كون غالبية الطفيليات المحمولة بالماء تنتقل هي الأخرى بطرق أخرى مثل الأغذية والانتشار المباشر من البراز إلى الفم ، مما يستدعي أخذ هذه الطرق بالحسبان.

١ ــ ٣ ــ ١ الأوالي

تشمل انواع الحيوانات الأوالي protozoa ، التي تعرف بانتقالها للانسان عن طريق شرب الماء الملوث ، المتحولة الحالة للنسج Entamoeba histolytica (المسببة لداء الأميبات) ، وأنواع الجياردية Giardia ، ونادراً القِرْبية القولونية Balantidium coli. ويمكن أن تدخل هذه الكائنات الحية إلى امدادات المياه عن طريق التلوث الغائطي البشري وأحيانا الحيواني.

ويبدو أن الجراثيم القولونية ليست مُشعراً (مؤشراً) جيداً للجياردية أو المتحولة الحالة للنسج في الماء المعالج لأن هذين النوعين من الأوالي يقاومان بشدة تأثير التطهير. أما في الماء غير المعالج فإن وجود الجراثيم المشعرة قد يوحي بوجود الأوالي المُمرضة. وبالنظر لعدم وجود مُشعر جيد لوجود أو انعدام الأوائل الممرضة ، ينبغي استعمال مصادر مياه الشرب غير المعرضة للتلوث الغائطي حيثما أمكن ذلك.

١ ــ ٣ ــ ٢ الديـدان

قد تنتقل الأطوار المُعدية للكثير من الديدان المستديرة roundworms والديدان المسطحة flatworms الطفيلية إلى الانسان عن طريق مياه الشرب . وقد تسبب العدوى يرقة ناضجة واحدة أو بيضة ملقحة . ومع ذلك فإن الانتقال عن طريق الماء غير مهم نسبياً باستثناء حالة التّنينة المدينية Dracunculus medinensis (دودة غينيا) والبلهرسية البشرية ، وهي أساساً من أخطار المياه غير المنقولة بالأنابيب . ورغم وجود طرق لكشف هذه الطفيليات فهي لا تناسب إطلاقاً أعمال الرصد الروتيني .

وقد تسبب التّنينة أمراضا وخيمة بين أهالي الريف ، وهي تنتقل بواسطة جوادف copepods تعيش في الماء العذب مثل براغيث الماء cyclops التي تمثل الطور الوسيط

الإجباري. وتصل اليرقات إلى الجوادف عندما تنفجر نفطة blister بأحد أطراف الشخص المريض فتنجرف اليرقات في الآبار المكشوفة أو البرك. وهكذا تصيب الطفيليات الإنسان عند ابتلاع الجوادف. ولمعرفة ما إذا كان هناك أي احتمال للعدوى يمكن جمع الجوادف باستعمال شباك خاصة وفحصها مجهرياً لاكتشاف اليرقات الطفيلية . وينبغي أيضاً تحري مدى انتشار المرض في الإنسان. وهذه التدابير ليست مناسبة للاستعمال الروتيني.

١ ــ ٤ الجوانب الكيميائية والفيزيائية

على الرغم من أن الغالبية العظمى من مشاكل نوعية المياه في المناطق الريفية بالبلدان النامية متعلقة بتلوث جرثومي أو تلوث بيولوجي آخر ، فقد يحدث عدد كبير من المشاكل الخطيرة نتيجة تلوث كيميائي لمصادر المياه. وقد ينشأ مثل هذا التلوث عن بعض الصناعات مثل استخراج المعادن وصهرها ، أو عن الممارسات أو سوء الممارسات الزراعية (مثل استعمال أو سوء استعمال النِترات للتسميد) ، أو عن مصادر طبيعية (مثل الحديد ، والفلوريد). وللتحقق من وجود أو عدم وجود مثل هذه المشاكل ، قد يحتاج الأمر إلى قياس عدد مختار من المعالم parameters الفيزيائية الكيميائية. ومع ذلك ، ففي حالة إمدادات المياه الريفية في البلدان النامية بوجه خاص ، قد تكون تغطية عدد كبير من المعالم باهظة التكاليف ومتعذرة التنفيذ مادياً . وفي معظم الحالات قد يقتصر الاختبار مبدئيا على التفتيش الصحي والتحليل الجرثومي بصفة أساسية.

وإذا كان هنالك مقومات constituents كيميائية لها أهمية محلية ، ينبغي قياس مستوياتها وتقييم النتائج على ضوء القيم الدليلة والتوصيات الأخرى المذكورة في الجزء الأول[أ]. وفي مناطق أخرى ، رغم عدم وجود توصيات عامة أو معالم منتقاة قابلة للتطبيق بشكل شامل ، هنالك بعض المعالم المؤشرة ذات الأهمية العملية ، التي يمكن بواسطتها توفير ارشادات مفيدة في تقدير مستوى جودة المياه . ويوصى باستعمال قيم دليلة للعكر واللون والطعم والرائحة في تحريات إمدادات المجتمعات الصغيرة.

١ ــ ٤ ــ ١ العكر

المستويات المرتفعة للعكر turbidity قد تحمي الكائنات الحية المجهرية من تأثيرات التطهير وتشجع نمو الجراثيم وتسبب طلباً ملحوظاً للكلور. ولهذا ، ففي جميع العمليات التي يجري فيها التطهير يتحتم أن يكون العكر منخفضاً دائماً ، ويفضل أن يكون أقل من وحدة

---

(١) دلائل جودة مياه الشرب ، الجزء الأول ، التوصيات ، المكتب الاقليمي لمنظمة الصحة العالمية ، الاسكندرية ، ١٩٨٧ .

واحدة من وحدات قياس الكدر NTU حتى يكون التطهير فعالا. والقيمة الدليلة الموصى بها هي ٥ وحدات قياس الكدر أو ٥ وحدات جاكسون للكدر JTU ، ولكن عند إجراء التطهير يفضل أن تكون المستويات أقل من وحدة واحدة لقياس الكدر. وإذا زاد العكر عن ٥ وحدات فقد يتنبه المستهلكون إلى ذلك ويرفضون استعمال الماء.

١ ــ ٤ ــ ٢ اللــون

قد يكتسب ماء الشرب لوناً بسبب وجود مواد عضوية ملونة فيه مثل المواد الدُّبّالية humic ، أو المعادن كالحديد والمنغنيز ، أو الفضلات الصناعية فائقة التلون. وقد دلت التجارب على أن المستهلكين قد يلجأون إلى مصادر بديلة ، وربما كانت غير مأمونة ، عندما تكون المياه المتاحة لهم ملونة بدرجة تثير الاستياء. ولذا يستحسن أن تكون مياه الشرب بلا لون.

والقيمة الدليلة هي ١٥ وحدة لون حقيقي TCU. ويمكن لمعظم الناس أن يكتشفوا في كوب من الماء مستويات اللون التي تزيد عن ١٥ وحدة.

١ ــ ٤ ــ ٣ الطعم والرائحة

ترجع رائحة الماء في الدرجة الأولى لوجود المواد العضوية. وتدل بعض الروائح على وجود نشاط بيولوجي متزايد ، بينما تنبعث روائح أخرى من جراء التلوث الصناعي. وينبغي للاستقصاءات الإصحاحية أن تشمل دائماً تقصيات لمصادر الرائحة الموجودة أو المحتملة وأن تُبذل الجهود دائما لتصحيح مشكلة الرائحة.

وكثيراً ما يسمى الادراك المشترك للمواد التي تكتشفها حاسة الشم والذوق «بالطعم». وتمثل مشاكل «الطعم» في إمدادات مياه الشرب أكبر نوع منفرد من شكاوى المستهلكين. وبصفة عامة ، تكتشف البراعم الذوقية taste buds في جوف الفم بصورة دقيقة المركبات غير العضوية من المعادن مثل المغنزيوم والكلسيوم والصوديوم والنحاس والحديد والزنك.

إن حدوث تغيرات في الطعم العادي لإمدادات المياه العامة قد يوحي بحدوث تغيرات في نوعية مصدر المياه الخام أو قصور في عملية المعالجة.

ويجب أن يخلو الماء من الطعم والرائحة المثيرين لاعتراض الغالبية العظمى من المستهلكين ، والمعيار الدليلي هو «أن لا يكون الماء منفرا لمعظم المستهلكين».

٢ ـــ التخطيط لتحـري ومراقبة جـودة المياه

٢ ـــ ١ الإطـــار التنظيمي

ان المعنى الدقيق لكلمة «التحري» فيما يتعلق بمراقبة جودة مياه الشرب ليس واضحاً دائماً. واستعماله هنا يعني التيقظ في جميع الأوقات لسلامة إمدادات مياه الشرب ومقبوليتها من وجهة نظر الصحة العامة. ويتطلب التحري برنامجاً متواصلًا للاستقصاءات يُنفَّذ في نقاط مختلفة من شبكة توزيع المياه. وإذا أريد لبرنامج التحري الذي يهدف إلى تأمين جودة مياه الشرب على مستوى مقبول دائما ، أن يكون فعالًا تماماً ، فربما تطلب ذلك أيضاً إصدار تشريعات تساندها معايير تنظيمية وقواعد تطبيقية. ولكن في البلدان النامية ـــ التي يفتقر معظمها إلى امدادات المياه العامة الكافية ـــ وخاصة في المناطق الريفية ومستوطنات النازحين بالمناطق الحضرية في تلك البلدان ، ينبغي أن تراعى الظروف المحلية في عملية التحري التي يجب أن تتسق مع مستويات التنمية الاقتصادية والبشرية.

أما الترتيبات التنظيمية التي تستهدف ضمان الالتزام بمتطلبات التشريع والمعايير والقواعد التطبيقية المتعلقة بجودة مياه الشرب ، فيجب أن تكفل مشاركة هيئة مرفق المياه مع جهة أخرى يفضل أن تكون مستقلة ، في عملية التحري. وتكون هيئة مرفق المياه مسؤولة في جميع الأوقات عن جودة وسلامة المياه التي تنتجها. وفي هذا الكتاب سيطلق على الفحص والرصد الروتيني اللذين يقوم بهما مزوِّد المياه اختبار مراقبة جودة المياه ؛ ويجب عدم الخلط بين هذا الاختبار والمراجعة والاختبار المنفصلين اللذين تجريهما هيئة التحري **surveillance agency**. كما أن اختبار مراقبة جودة المياه والاختبار الذي تجريه هيئة التحري على السواء يجب أن يطبقا على كافة أنواع المياه المتاحة للمجتمع ، مثل إمدادات المياه المنقولة وغير المنقولة بالانابيب وامدادات المياه المعالجة وغير المعالجة المستمدة من المصادر المختلفة مثل الأنهار ، والبرك ، والآبار ، ومياه المطر المنحدرة من سطوح المنازل ، الخ.

ويفضَّل أن تؤسَّس هيئة التحري بدعم وطني ، وأن تعمل على مستويات مركزية وإقليمية ومحلية من خلال السلطات الصحية. وعليها أن تعتني بجوانب الصحة العمومية المتعلقة بإمدادات مياه الشرب ، وأن تمارس مسؤوليتها الشاملة لضمان خلو جميع الإمدادات التي

تحت سلطتها من الأخطار الصحية. ولتحقيق هذا الهدف ، عليها أن تجري تفتيشاً صحياً وتحليلا لعينات المياه بصورة دورية لتقرير ما اذا كان الموردون يقومون باعباء مسؤولياتهم كما ينبغي.

وبما أن لكل من هيئة مرفق المياه water supply agency وهيئة التحري مصالح مختلفة وأحيانا متضاربة، فمن المهم أن تكون هيئة التحري منفصلة ولها إدارة مستقلة. وبرغم ذلك ، فإن أدوار الهيئتين متكاملة بشكل أساسي لأن انشطتهما في التحري ، رغم استقلالها ، تؤدي بتازرها إلى مراقبة صحيحة لجودة مياه الشرب.

وفيما يلي بعض الجوانب الهامة لبرنامج التحري :

(أ) يجب أن تمارس الهيئة مسؤوليتها المنفردة ضمن السلطة الصحية لتوفير خدمات التحري لحماية المجتمع من الأمراض المنقولة بالماء والأخطار الأخرى المرتبطة بإمدادات المياه.
(ب) ينبغي دمج تحري جودة المياه بتدابير الصحة البيئية الأخرى ، وخصوصاً الإصحاح.
(ج) يتطلب التحري معارف متخصصة ، ولذا ينبغي للهيئة المعنية أن تشمل عاملين مدربين خصيصاً في أمور مثل الهندسة الصحية ، وصحة المجتمع ، والوبائيات ، والكيمياء ، والبيولوجيا، الخ. ويجب توفير دعم إضافي لها من جانب المهن الطبية ، وخصوصاً أثناء تفشي الأمراض المعوية.
(د) يجب أن يكون للسلطات الصحية مختبرات وخدمات أخرى مركزية يمكن استخدامها على نحو مفيد في تنفيذ برامج تحري إمدادات المياه.
(هـ) يعتبر تقديم تقارير دورية إلى الحكومة بشأن الحالة الصحية العمومية لامدادات المياه في البلاد أمراً جوهرياً.

وإذا كانت معايير التشغيل في هيئات مرافق المياه عالية المستوى ، يمكن تخفيض واجبات هيئة التحري إلى أدنى حد ممكن. وفي هذه الظروف ، بينما تستمر هيئة التحري محتفظة بمسؤوليتها المطلقة عن تأمين سلامة كافة إمدادات المياه العمومية ، فإن عليها أن تولي اهتماماً أكبر للشبكات ذات المياه المتدنية النوعية .

ويجب أن يتواءم البرنامج ومستوى التحري على السواء مع الظروف المحلية ومع الامكانيات الاقتصادية للبلاد ، وأن يأخذ في اعتباره ما يلي :

— نوع شبكة المياه (الحجم ، ونوع المصدر ، ونوعية المياه ، الخ) ؛
— التجهيزات المستخدمة والمتاحة ؛

- إجراءات العمالة المحلية ومستوى تدريب العاملين ؛
- المستوى الاجتماعي الإقتصادي للمجتمع المنتفع بشبكة المياه ؛
- مشاركة المجتمع ؛
- الأحوال الجغرافية والمناخية ؛
- البنية الأساسية المحلية للاتصالات والنقل.

ومع أن الهدف الرئيسي لبرنامج التحري والمراقبة هو تأمين امدادات مأمونة وكافية من مياه الشرب ، إلا أنه يمكن تحديد بعض أهدافه الثانوية الأخرى ، التي منها على سبيل المثال:

(أ) تعيين اتجاهات نوعية مياه الشرب مع مرور الزمن ؛

(ب) توفير المعلومات اللازمة للسلطات الصحية لأغراض حماية الصحة العمومية ؛

(ج) التعرف على مصادر التلوث ؛

(د) تقييم اداء محطات معالجة المياه ، واذا اقتضى الأمر يمكن اقتراح إدخال تعديلات ملائمة ؛

(هـ) تقييم شبكات المياه بهدف تحسينها.

وبالنظر للموارد المحدودة المتاحة، وخصوصاً في البلدان النامية ، ربما كان من المستصوب البدء ببرنامج أساسي للتحري إلى حد ما ، ومن ثم إدخال تحسينات فيه على مراحل. وعند التخطيط للمستقبل يجب أن يكون الهدف هو ضمان مستويات متزايدة من التحري الفعال تصل في النهاية إلى المستوى المتقدم للتحري.

ولأغراض عملية ، يمكن تحديد مستويين للتحري وتمييزهما كما يلي:

المستوى الاولي: تحرٍّ غير منتظم ، أو برنامج أساسي محدود جدا في المدى والفاعلية ،

المستوى المتقدم: تكون فيه جميع عناصر التحري والمراقبة عاملة بالكامل.

ويحتوي الجدول ٢ على موجز للأنشطة الأساسية لهذين المستويين من التحري.

الجدول ٢ ـــ موجز الانشطة الاساسية لمستويي التحري الأولي والمتقدم

النشاط	مستوى التحري: الاولي	مستوى التحري: المتقدم
القوانين واللوائح والسياسات	أساسية	كاملة
التنفيذ	اساسي	كامل
معايير مياه الشرب	معالم parameters جرثومية وبعض المعالم الفيزيائية الكيميائية	مختلف المعالم المنصوص عليها في دلائل منظمة الصحة العالمية ، أو ما يعادلها
المساعدة التقنية	محدودة	فعالة
تدريب الموظفين:	تدريب أثناء العمل ، ودورات قصيرة	كما في المستوى الأولي زائد معهد فني
تدريب العاملين بمحطات المياه	حلقات دراسية ودورات قصيرة	كما في المستوى الأولي زائد معهد فني
التفتيش الصحي	جميع المجتمعات الحضرية وبعض المجتمعات الصغيرة	جميع المجتمعات الحضرية وكثير من المجتمعات الصغيرة
اعتماد المصادر	جميع المجتمعات الحضرية وبعض المجتمعات الصغيرة	جميع المجتمعات الحضرية وكثير من المجتمعات الصغيرة
الاعتيان والرصد	المناطق الحضرية	المناطق الحضرية وبعض الظروف الريفية الخاصة
تحليل المياه	الجراثيم والكلور المتبقي	كما جاء في دلائل المنظمة أو مايعادلها
العمل الاصلاحي	حسب الحاجة	حسب الحاجة
المختبرات	المختبرات الصحية القائمة	كما في المستوى الأولي زائد مختبر مرجعي
معايير أو مستويات التصميم	استشارية	مما يطبق على الصعيد الوطني
مراقبة الوصلات المتقاطعة	استشارية	برنامج نشيط
قواعد السباكة	استشارية	مدوّنة ومنفّذة
الخدمات المخبرية الداعمة	المستنبتات والكواشف الاساسية متاحة	مختبرات تامة التجهيز متاحة
معايير للمواد والمضافات	استشارية	جداول موافق عليها
اللوائح المتعلقة بامدادات خاصة للمياه :		
مؤسسية	المستشفيات ، محطات سكك حديدية ومطارات رئيسية	كما في المستوى الأولي زائد مؤسسات أخرى
مؤقتة	لاشيء	مخيمات كبيرة ، اسواق ، معارض ، الخ.

٢ ـ ٢ تقدير الحالة الراهنة

تختلف أحجام نظم تزويد المياه كثيرا إذ تتراوح بين نظم صغيرة تزود عائلات مستقلة ، مثلا ، من بئر أو حوض لتجميع مياه الامطار ، وشبكات تزود مستهلكين كثيرين. وقد لا تكون إمدادات المياه المأمونة متاحة بكميات كافية في عدد كبير من القرى في المناطق الريفية وفي كثير من مستوطنات النازحين في المناطق الحضرية حيث كثيراً ما تكون مراقبة شبكات المياه وتشغيلها وصيانتها غير كافية. كما أن المجتمعات الصغيرة كثيراً ما تتعرض إلى حد كبير لأخطار الأمراض المنقولة بالماء ، وتحتاج إمدادات المياه الخاصة بها إلى حماية ، وهذه لا تتحقق إلا بواسطة التحري الفعال. فالمعلومات المتعلقة بالصحة العمومية التي تجمع على مستويات مركزية وإقليمية ومحلية (أو ما يعادلها) ، تساعد على تحديد أولويات برنامج التحري في بلد ما. ويجب القيام بحصر لمرافق المياه الموجودة والمقترحة على كافة المستويات ، على أن تشمل تفاصيل عن مصدر المياه وأحجام وأنواع محطات معالجة المياه ، وشبكات التوزيع (اذا وجدت) والمجموعات السكانية التي تقدم لها الخدمة ، الخ. كما ينبغي التعرف على الخدمات الداعمة المتاحة مثل وسائل النقل ومرافق التحليل. ويمكن بواسطة تحليل المعلومات تقدير عبء العمل المترتب على نشاط التحري ، كما يمكن حساب تكاليف التحري ؛ وهذه خطوة أساسية لإقامة برنامج واقعي. وثمة نموذج مقترح لحصر مرافق تزويد المياه مبين في الشكل ١.

الشكل ١ ــ نموذج مقترح لحصر مرافق تزويد المياه

تاريخ التفتيش اليوم ☐ الشهر ☐ السنة ☐

معلومات عامة

اسم المرفق ....

اسم المالك ....

المكان ....

الأشخاص المسؤولون ....

عدد الاشخاص المخدومين :

ــ بواسطة وصلات منزلية ☐☐☐☐☐

ــ بواسطة المواسير العمودية والحنفيات العمومية ☐☐☐☐☐

ــ المجموع ☐☐☐☐☐

الشكل ١ (تابع)

مصدر المياه

مياه أمطار ☐ مياه سطحية ☐ مياه جوفية ☐

جمع ومعالجة المياه

ينبوع ☐

بئر محفـورة ☐

بئر منقولة ☐

جنّابية ترشيح ☐

مدخول ماء سطحي ☐

مرفق بسيط لتجميع مياه الامطار ☐

مرفق لتجميع مياه الأمطار ومعالجتها ☐

الترشيح الرملي البطيء ☐

التخثير والترشيح الرملي السريع ☐

الخلط بالهواء ☐

التطهير

هل توجد وسائل للتطهير ؟ نعم ☐ لا ☐

هل المرفق يعمل باستمرار ؟ نعم ☐ لا ☐

الصهـــاريج

هل يحتوي المرفق على صهاريج ؟ نعم ☐ لا ☐

ان كان الجواب نعم فكم عددها؟ ☐

شبكة التوزيع

عدد الوصلات المنزلية ☐☐☐☐☐

عدد المواسير العمودية والحنفيات العمومية ☐☐☐☐☐

المجمـــوع ☐☐☐☐☐

مرافق مغلقة (أ) ☐ مرافق مفتوحة (أ) ☐

الشكل ١ (تابع)

شكل تخطيطي لمرفق المياه من المأخذ الى التوزيع (مخطط تقريبي فقط)

المرافق المختبرية

أقرب مختبر : داخل المجتمع محلي ☐ خارج المجتمع المحلي ☐

ان كان خارج المجتمع المحلي فأين مكانه ....

اسم المختبر ....

اسم مالكه ....

بُعد المختبر عن المجتمع المحلي (بالكيلو مترات) ☐☐☐

افضل وسيلة للمواصلات بين المجتمع والمختبر :

تواتر النقل ☐ يوماً في الاسبوع ☐ يوماً في الشهر

أسرع وقت للنقل (بالساعات) ☐

مرافق التحري

أقرب العاملين في مجال التفتيش الصحي داخل المجتمع ☐ خارج المجتمع ☐

إن كان خارج المجتمع ، ففي أي مكان ....

بُعد مكتب المفتش الصحي عن المجتمع (بالكيلو مترات) ☐☐☐

(أ) كمثالين على المرافق المفتوحة والمرافق المغلقة أنظر الشكل ٣ والشكل ٤ .

٢ ـــ ٣ التفتيش الصحي واعتيان المياه

يعتمد تخطيط برامج التفتيش الصحي واعتيان sampling المياه للفحص الجراثيمي على عبء العمل المرتبط بعدد مرافق المياه الحالية والمقترحة وانواعها وباحجام نُظُم المراقبة المستخدمة وانواعها.

ويحتوي الجدولان ٣ و ٤ على التواتر المقترح لاجراء التفتيش والاعتيان ، الذي يمكن زيادته كلما ارتفع مستوى التحري .

الجدول ٣ ــ التواتر المقترح لإجراء التفتيش الصحي على إمدادات المياه

المصدر وطريقة التزويد	الحد الأدنى لعدد عمليات التفتيش الصحي في العام		
	بواسطة عمال المجتمع	بواسطة هيئة مرفق المياه	بواسطة هيئة التحري
الميـاه الجـوفـية			
الآبار المكشوفة لتزويد المجتمع	١٢	—	مرة في البداية وحسب ما يتطلب الوضع فيما بعد
الآبار المحفورة المغطاة والآبار الأنبوبية الضحلة ذات المضخات اليدوية	٤	—	مرة في البداية وحسب ما يتطلب الوضع فيما بعد
الآبار الانبوبية العميقة ذات المضخات اليدوية	٤	—	مرة في البداية وحسب ما يتطلب الوضع فيما بعد
الآبار والامدادات المنقولة بالانابيب	١	١	مرة في البداية وبعد ذلك مرة كل ٥ سنوات ، أو كما يتطلب الوضع
الينابيع والامدادات المنقولة بالانابيب	١	١	مرة في البداية وبعد ذلك مرة كل ٥ سنوات ، أو كما يتطلب الوضع
المياه السطحية ومياه الامطـار			
الإمدادات المرشَّحة و/أو المعالجة بالكلور والإمدادات المنقولة بالأنابيب :			
عدد السكان لغاية ٥٠٠٠ نسمة	١٢	٢	مرة في البداية ، وبعد ذلك مرة كل ٥ سنوات ، أو كما يتطلب الوضع
عدد السكان ٥٠٠٠ ــ ٢٠٠٠٠ نسمة	—	٢٤ ــ ٤٨	كل مرفق مرة في السنة
المرافق المجتمعية لتجميع مياه الأمطار	١	—	مرة في البداية وحسب ما يتطلب الوضع فيما بعد

٢ ــ ٤ تجهيز واستخدام المعلومات

٢ ــ ٤ ــ ١ نتائج فحص المياه

بالنسبة لعملية فحص جودة المياه التي تقوم بها هيئة التحري **surveillance agency** تمر طرق الاتصال في العادة خلال هيئة اقليمية للتحري. اما عمليات الفحص والاعتيان الميدانية للتحليل الجرثومي فيمكن أن يقوم بها عاملون محليون مختارون. وهذا يوفر وقتاً وجهداً ولكنه يتطلب تدريباً مسبقاً لمثل هؤلاء العاملين. ويمكن نقل العينات الى مختبرات معينة في الإقليم تعهد اليها مسؤولية تجهيز وإبلاغ نتائج التحاليل.

الجدول ٤ ــ التواتر المقترح لاعتيان وتحليل امدادات المياه

المصدر وطريقة التزويد	الحد الأدنى للاعتيان والتحليل: الجراثيمي	الحد الأدنى للاعتيان والتحليل: الفيزيائي/الكيميائي	ملاحظـــات
المياه الجوفية			
الآبار المكشوفة لتزويد المجتمع	لاشي[أ]	مرة في البداية لآبار المجتمع	يتوقع عادة حدوث تلوث
الآبار المحفورة المغطاة والآبار الضحلة ذات المضخات اليدوية	لا شي[أ]	مرة في البداية وبعد ذلك كما يتطلب الوضع	الأوضاع التي تتطلب إجراء الفحص : التغير في الظروف البيئية ، أو تفشي الأمراض المنقولة بالماء ، أو الارتفاع في معدل حدوث الأمراض المنقولة بالماء
الآبار الانبوبية العميقة ذات المضخات اليدوية	مرة في البداية وكما يتطلب الوضع فيما بعد	مرة في البداية ، وكما يتطلب الوضع فيما بعد	الاوضاع التي تتطلب اجراء الفحص: التغير في الظروف البيئية ، أو تفشي الأمراض المنقولة بالماء ، أو الارتفاع في معدل حدوث الأمراض المنقولة بالماء
الآبار والامدادات المنقولة بالأنابيب	مرة في البداية ، وكما يتطلب الوضع فيما بعد	**افحص بصورة دورية الكلور المتبقي إذا كانت المياه المعالجة بالكلور**	الاوضاع التي تتطلب اجراء الفحص: التغير في الظروف البيئية ، أو تفشي الأمراض المنقولة بالماء ، أو الارتفاع في معدل حدوث الأمراض المنقولة بالماء
الينابيع والامدادات المنقولة بالأنابيب	مرة في البداية ، وكما يتطلب الوضع فيما بعد	افحص بصورة دورية الكلور المتبقي اذا كانت المياه معالجة بالكلور	الأوضاع التي تتطلب اجراء الفحص: التغير في الظروف البيئية ، أو تفشي الأمراض المنقولة بالماء ، أو الارتفاع في معدل حدوث الامراض المنقولة بالماء
المياه السطحية ومياه الأمطار			
الإمدادات المرشّحة و/أو المعالجة بالكلور والإمدادات المنقولة بالانابيب	مرة في الشهر	فحص يومي للكلور المتبقي	يزاد التواتر إذا تطلب الوضع ذلك
المرافق المجتمعية لتجميع مياه الامطار	تدابير الحماية الصحية ؛ فحص جرثومي وحسب إذا تطلب الوضع ذلك	لا لزوم له	

(أ) أنظر الجدول ٥ فيما يختص بالتدابير الاصلاحية والوقائية.

وحينما تقرر هيئة التحري الإقليمية أن نتائج تحاليل المياه غير مُرضية (مع اخذ نتائج التفتيش الصحي بالاعتبار أيضاً) وأن هنالك حاجة إلى عمل اصلاحي فوري ، ينبغي إبلاغ ذلك القرار مع التعليمات الملائمة (ويفضل بالراديو أو التلغراف) إلى كل من هيئة التحري وهيئة مرفق المياه المسؤولة على المستوى المحلي. وإذا ما اقتضت الضرورة ممارسة الضغط على هيئة مرفق المياه المحلية لمعالجة المشاكل المتعلقة بتزويد المياه ، ينبغي إعلام هيئة المياه التي ترأسها عن الوضع خطياً بأسرع ما يمكن. وبحسب كيفية تكوين هيئات مرافق المياه في البلاد يتحتم عادة على هيئة التحري أن تعلم أيضا الهيئة العليا للمياه: وهذا يؤمّن استكمال السجلات اللازمة لعمليات التخطيط المستقبلي. وعلى هيئة مرفق المياه المسؤولة على المستوى المحلي أن تنبه العاملين المحليين في حالة الحاجة لإجراء اعتيان sampling أو اختبارات أو أنشطة إضافية أخرى.

وكدليل للأشخاص الذين يقومون باتخاذ التدابير الاصلاحية ، ينبغي لهيئة التحري أن توفر لهم ما يلي:

(أ) تقريراً عن الحالة ؛

(ب) معلومات عن تاريخ وزمان ومكان حدوث التلوث أو أية مشكلة أخرى ؛

(ج) اقتراحات بصدد التدابير الإصلاحية المطلوبة.

وقد تتضمن التدابير الاصلاحية تطهيراً «عالي المستوى» للمياه المزودة ، أي توفير زيادة ضخمة من الكلور أو مُطهِّر آخر و/ أو ثج flushing شبكات التوزيع ، حيثما يكون ذلك ملائماً ، وإعادة التطهير.

وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي لهيئة التحري أن تنبه السكان فوراً إلى الحالة وتنصحهم بغلي ما لديهم من مياه الشرب.

ومن المهم أيضاً عندما يكون ذلك ممكناً ، ولو أنه أقل الحاحاً ، أن:

— يعاد أخذ عينات من المياه المزودة بفحصها للجراثيم بأسرع ما يمكن ؛

— تراجع مستويات الكلور المتبقي في نقاط ملائمة ؛

— يجرى تفتيش صحي كامل ؛

— يتم التعرف على سبب أو مصدر المشكلة ويصحح الوضع ؛

— تبلّغ هيئة مرفق المياه عن الإجراء المتخذ.

ويتضمن الفصل السابع مزيدا من المعلومات بشأن التدابير الوقائية والإصلاحية.

٢ ـ ٤ ـ ٢ نتائج التفتيش الصحي

إذا كانت نتائج التفتيش الصحي غير مُرضية ، ينبغي اتخاذ إجراءات على نحو مماثل لما سبق وصفه بشأن تحليل نوعية المياه. وبعض هذه الإجراءات تقوم بها هيئة التحري ، والبعض الآخر تقوم به هيئة مرفق المياه. وينبغي مثالياً ، أن تعهد مسؤولية تنفيذ التدابير الاصلاحية في شبكة تزويد المياه الى هيئة مرفق المياه. إلا أنه في حالات عديدة على المستوى المحلي في البلدان النامية ، تقوم هيئة التحري ببعض الأشغال الضرورية ، التي تشمل حتى تدابير المراقبة العملية ، عندما يتصادف وجودها في الموقع في ذاك الوقت. ويتحتم عادة على المستوى المحلي أن تعهد إلى هيئة التحري مسؤولية أخذ العينات من المياه وفحصها. والسبب في ذلك أن هيئات التحري المحلية في العديد من البلدان النامية عادة ما تكون أنشط من آية هيئة محلية لمرافق المياه. ومع ذلك ينبغي أن تكون المسؤولية النهائية لهيئة التحري هي تأمين قيام هيئات مرافق المياه المسؤولة بمراقبة امداداتها من مياه الشرب باذلة اقصى جهدها في جميع الأوقات.

إن مستوى تدريب الأشخاص القائمين بالتفتيش الصحي ينبغي في الغالب أن يكون أعلى وأكثر تخصصاً مما في حالة القائمين بفحص العينات فحسب. فبالنسبة إلى التفتيش الصحي الذي تقوم به هيئة التحري ، ينبغي أن يكون المسؤولون عنه في مستوى العاملين في مختبر اقليمي ، ويفضّل أن يكون أعلى من ذلك.

ويبين الشكل ٢ الاجراءات المتخذة واتجاهات الاتصالات المتعلقة بهيئة التحري وهيئات مرافق المياه .

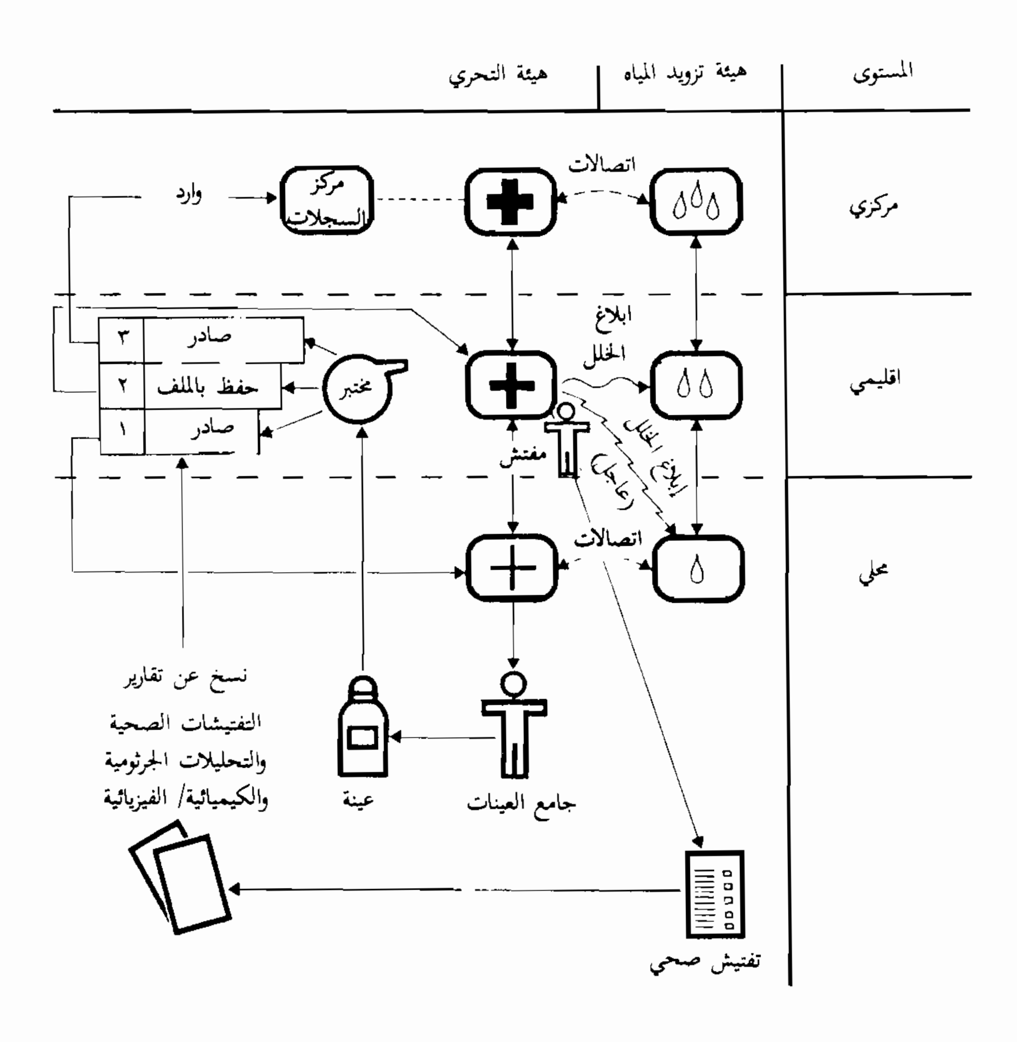
٢ ـ ٤ ـ ٣ تجهيز المعلومات الشاملة

في بعض البلدان يوجد موظفون مؤهلون في العديد من الأقاليم للقيام بعملية التحري ، ولكن في بلدان أخرى لا يوجد مثل هؤلاء الموظفين إلا في المستوى المركزي. ولتفادي صعوبات الاتصال ، يجب بذل جميع الجهود لارسال المعلومات بأقرب وأبسط الطرق الممكنة. وفي المجتمعات الصغيرة يوصى عادة بألا تعهد مسؤولية اجراء التفتيش الصحي من قبل هيئة التحري أو نيابة عنها إلى عاملين محليين.

إن من الأهمية بمكان أن تكفل الهيئات المسؤولة عن التحري أي تعليمات صادرة عنها ، سواء كانت خطية أو شفهية ، تكون مفهومة بوضوح. ومن شأن هذا أن يساعد على تفادي أي سوء فهم أو خلاف بين الأنشطة المختلفة للهيئات المتعددة. كما أن التعاون والمشاركة بين الهيئات المختلفة هما من الأهمية بمكان ، ويجب تعزيزهما لضمان قيام علاقات

عمل وثيقة. وفي حالة اكتشاف أي اهمال ، يجب تقصيه فوراً وبالتفصيل بهدف تصحيح الوضع وتحسين الظروف للمستقبل.

الشكل ٢ ــ خطة سير الاتصالات والأعمال المرتبطة بتحري جودة المياه



٣ ـ التفتيش الصحي

يمكن القول بشكل عام إن برنامج مراقبة جودة مياه الشرب يتضمن نشاطين متساويين في الأهمية ، هما القيام بالتفتيش الصحي واعتيان وتحليل المياه. ويمكن للتغييرات في نوعية إمدادات المياه أن تساعد في كشف مشاكل التلوث ، وفي تقرير ما إذا كانت قد نشأت في المصدر أو أثناء معالجة المياه أو في شبكة التوزيع. ولكن كثيراً ما يتعذر أخذ أكثر من بضع عينات ، وبالتالي فإن نتائج التحليلات قد لا تكون ممثلة لشبكة المياه ككل. وبالإضافة إلى ذلك فإن التحاليل الجراثيمية توفر في أحسن الأحوال مؤشرا لنوعية المياه كما كانت قبل بضعة أيام وذلك لأن إجراءها يستغرق وقتاً طويلا. وبسبب هذا التأخير ، وحيثما يكون مستوى التلوث الجرثومي عالياً جداً ، فمن المحتمل أن تكون قد حدثت بالفعل آثار ضارة بين مستعملي هذه المياه. وهذا يحد من جدوى التحليل **الجراثيمي** كمشعر indicator وحيد لسلامة إمدادات المياه.

وبينما لا تقوم التفتيشات الصحية مقام تحاليل نوعية المياه إلا أنها مكملة أساسية لمثل هذه التحاليل كجزء من برامج مراقبة جودة المياه. وهي تسهم في التقييم الإجمالي للعوامل الكثيرة المرتبطة بمرافق المياه ، بما في ذلك محطات المياه وشبكات التوزيع. وعلاوة على ذلك ، يمكن التحقق من مثل هذا التقييم وإثباته بإجراء تحاليل جراثيمية لتبيان مدى خطورة الخلل. وهكذا **تهيّ** التفتيشات الصحية طريقة مباشرة لتحديد مشاكل ومصادر التلوث المحتملة بدقة. وهي مهمة أيضاً في الوقاية من الحالات المحتملة الخطر وفي مكافحتها ، بما في ذلك أوبئة الأمراض المنقولة بالماء.

والغرض من التفتيش الصحي هو توفير مجموعة من المعلومات وتعيين المشاكل المحتملة. **فالمعطيات التي يتم الحصول عليها قد تساعد في التعرف على الاخفاقات ، والعيوب ، وأخطاء العاملين ، وأي انحرافات عن الوضع السوي قد تؤثر على انتاج وتوزيع مياه الشرب المأمونة .** وعندما يُجرى التفتيش في فترات منتظمة ملائمة ، وأيضاً عندما تكون لدى المفتش المعرفة الضرورية لاكتشاف المشاكل واقتراح الحلول الفنية المناسبة ، عندها يتحقق إنتاج مياه جيدة النوعية.

٣ ــ ١ التنظيم

يتوقف تواتر التفتيش الصحي الروتيني على عدد من العناصر مثل جغرافية المنطقة ، وتناثر السكان ، وسهولة الوصول إلى المواقع المختلفة ، الخ. وكذلك على المستوى العام للتنمية ، بما في ذلك توفر المرافق ، وعدد الموظفين الفنيين وخبراتهم ، ومستوى فعالية برامج التحري ، وما إلى ذلك.

وبصورة عامة ، ليس بالامكان الحفاظ على مستوى معين من الفاعلية في كافة المناطق في كل بلد ، وقد يؤدي هذا إلى صعوبات في تنفيذ البرنامج. ومع ذلك ، يحتوي الفصل الثاني على وصف لنهج عام في هذا الصدد. وقد يكون من المستحيل عملياً أو من المتعذر مباشرة تنفيذ برنامج شامل في بلدان ذات نظم ريفية متعددة وليس لديها سوى عدد قليل من المهندسين الصحيين أو العاملين المدربين على أعمال التحري. ولقد ثبت بالتجربة أن **التحري** ممكن ، ولو جزئياً على الأقل ، حتى على مستويات منخفضة من البرمجة ، بشرط اتخاذ بعض الاحتياطات البسيطة.

فعلى سبيل المثال ، إذا لم يتوفر في بلد أو إقليم سوى بعض الفنيين من ذوي التدريب العالي لمراقبة عدد كبير من المواقع ، فإن استخدام عاملين فنيين أقل تأهيلا ولكنهم مدربون على أعمال التحري قد يكون **إجراءً مفيداً** . وللتدريب الجماعي لمجموعات مختارة من الناس أثره المضاعف ، بحيث يستطيع مهندس صحي منفرد ، من خلال تدريس مقررات مكثفة قصيرة ، أن يكون تحت تصرفه **في النهاية** عدد كبير من المساعدين. والبديل الشائع إلى حد ما هو أن يكون لكل إقليم مفتش واحد فقط (مهندس صحي ، أو مراقب صحي أو تقني حسن التدريب). وتكون مهمة هذا المفتش الوحيدة أن يطوف باستمرار على المرافق المختلفة في المنطقة.

وما دورات التفتيش الروتينية سوى زيارات تتم بتواتر محدد وفقا لخطة معدة سلفاً. وبالإضافة إلى ذلك ، هنالك ضرورة لقيام المفتش بزيارات غير روتينية في حالات استثنائية ، مثل استحداث مصدر جديد للمياه ، أو في حالات الطوارىء.

وحالات الطوارىء التي تستدعي وجود المهندس أو التقني على وجه السرعة تشمل :

(أ) **الإبلاغ** عن أوبئة ؛

(ب) العكر المرتفع بسبب الفيضانات ؛

(ج) الحالات التي تتطلب الحل ، حيث تدل التحاليل الجراثيمية تكراراً على وجود

مستويات مرتفعة من الكائنات المجهرية ، وحيث تبقى مستويات الكلور المتبقي منخفضة بصورة ثابتة ؛

(د) اكتشاف أية تغيرات هامة قد تؤثر على جودة مياه الشرب.

ولذا يمكن تقسيم العاملين في تحري مرافق المياه الريفية إلى فئتين : مفتشين للعمل الروتيني ومفتشين للعمل غير الروتيني وفي حالات الطوارىء . إن جميع حالات الطوارىء المذكورة غير عادية ولا يمكن التنبؤ بها ، وقد تنطوي على أخطار صحية كبيرة تهدد السكان . وهذا الاختطار العالي هو بالتحديد ما يتطلب مزيدا من الاهتمام والمعرفة من قبل القائمين بعمليات التفتيش . وبالتالي ينبغي أن يقوم بعمليات التفتيش في حالات الطوارىء مهندس صحي أو مهني حاصل على تدريب مماثل ، فمعرفة مثل هذا الشخص للمسببات المحتملة للمشكلة لا تؤدي فقط إلى تقدير أوثق للحالة وتسهيل اتخاذ الاجراء الاصلاحي ، بل من المرجح أيضاً أن تسهّل اكتشاف أنسب السبل لمعالجة المشكلة . ومع ذلك يمكن القيام بالتحري الروتيني بشكل واف بواسطة عاملين فنيين طالما كانوا حاصلين على التدريب المناسب .

وتجدر الاشارة إلى أنه نظراً لما يتحمله العاملون بالتحري من مسؤولية ، فيتحتم أن يكون تدريبهم شاملاً. وينبغي أن يتناول التدريب ، مثاليا ، كافة جوانب مرافق المياه وتوزيعها وأن يتم ذلك في الميدان تحت إشراف مهندس صحي.

وأخيراً ، ينبغي التشديد على أنه رغم عدم حصول العاملين في مجال الاعتيان sampling الروتيني للتحليل الجراثيمي على ذات المعرفة والتدريب اللذين حصل عليهما موظفو التفتيش الصحي ، إلا أنه يجب أن تكون لديهم معرفة أساسية بشأن الموضوع. وسوف يكون في مقدورهم ، في حالات كثيرة ، إعطاء التحذير الكافي بالأخطار المحتملة.

٣ ـ ٢ المنهجية

يتطلب التفتيش الصحي فحصاً كاملًا لمرافق المياه ، أو على الأقل نقاطها الرئيسية ، للتحقق من أن حالة المنشآت مناسبة وأن العمليات المختلفة تجرى كما ينبغي. والأسلوب الموصى به للقيام بالتفتيش هو تتبّع المسار الطبيعي انطلاقاً من مصدر الماء ومأخذ المياه إلى عمليات المعالجة ، والتطهير ، والتخزين ، والتوزيع ، الخ. وفي كل حالة ، من الضروري تسجيل ما أمكن ملاحظته على نماذج مناسبة.

ويجب صياغة الإجراءات الخاصة بالتفتيش الصحي بحيث يستطيع المفتش أن يجري تقديراً سريعاً ومنتظماً وكاملًا للنقاط الرئيسية في أية عملية لتزويد المياه. ويجب أن يكون في

مقدوره أن ينظّم جدولًا أو نموذجاً يمكن تجميع أجزائه جنبا إلى جنب ليعطي صورة خاصة لمرفق المياه قيد الدرس. وفي الملحق ٢ مثال لهذا النموذج ، وكذلك معلومات مفصلة عن تخطيط وتنفيذ عمليات التفتيش الصحي.

٤ ــ جمع عينات المياه

٤ ــ ١ المتطلبات الاساسية

من العناصر الرئيسية في مراقبة نوعية مياه الشرب فحص المياه للأحياء المجهرية. ويتم ذلك بتحليل عينات من الماء تجمع من شبكة تزويد المياه. ويجب مراعاة المتطلبات التالية عند جمع مثل هذه العينات :

(أ) يجب التخطيط جيداً لجمع العينات ، على أن يجري ذلك مثالياً بتواتر يكفي لاكتشاف أية اختلافات زمنية (موسمية) في نوعية المياه ؛

(ب) يجب جمع العينات وتخزينها ونقلها في زجاجات معقمة ؛

(ج) يجب أن يكون حجم ما يجمع من الماء كافياً لإجراء تحليل دقيق ؛

(د) يجب انتقاء نقاط الاعتيان في شبكة المياه بطريقة صحيحة بحيث تكون العينات ممثّلة بقدر المستطاع ؛

(هـ) يجب بذل عناية فائقة أثناء الاعتيان للحيلولة دون تلوث العينات التي يتم جمعها ؛

(و) منعاً لحدوث أي تغير هام في تركيب العينات قبل تحليلها ، من المهم جمعها بطريقة صحيحة وشحنها بأسرع ما يمكن ؛

(ز) يجب وصف تفاصيل كل عينة بشكل وافٍ وتمييز زجاجة العينة بلصاقة صحيحة لتلافي الأخطاء.

ويحتوي الملحق ٣ على تعليمات مفصلة بشأن الاعتيان ، بينما التوصيات العامة المتعلقة بالجوانب المختلفة لعملية الاعتيان واردة فيما يلي.

٤ ــ ٢ انتقاء نقطة الاعتيان

الهدف من الاعتيان sampling هو تحديد نوعية الماء الذي يصل إلى المستعمل بواسطة الصنبور أو أي مخرج آخر. وقد تكون النوعية عنده مماثلة لما في شبكة التوزيع عند نقطة توصيلها إلى المنازل وقد لا تكون. ففي أماكن عديدة يُستخدم عادة خزان منزلي قد تتلوث فيه المياه. وهكذا ، إذا اريد تعيين نوعية مياه الصنبور ، يتطلب الأمر مراجعة نوعية المياه في كافة الخزانات على صعيد المجتمع المحلي ، وهذا أمر غير عملي. وبناء على ذلك ، يصمم برنامج لمراقبة نوعية المياه بهدف تعيين نوعية الماء الذي يصل إلى المساكن. أما نوعية الماء في الخزان

فتلك مسؤولية مالك السكن والمقيمين فيه ، ويجب إرشادهم وتشجيعهم على تحمل هذه المسؤولية بواسطة القيام بحملات تثقيف صحي تنظمها سلطات الصحة العامة. وللحصول على معلومات عن تواتر الاعتيان ، انظر الجدول ٤ .

وعند انتقاء نقاط الاعتيان يُدرس كل مكان على حدة، ولكن يمكن عادة تطبيق معايير عامة معينة على النحو التالي :

(أ) يجب انتقاء نقاط الاعتيان بحيث تكون العينات المأخوذة ممثِّلة للمصادر المختلفة التي تدخل منها المياه إلى الشبكة ؛

(ب) يجب أن يشمل ذلك نقاطاً تكون عيناتها ممثلة للأحوال السائدة في أماكن في الشبكة غير مواتية بتاتاً ، من ناحية احتمال التلوث (كالمنعطفات والخزّانات ومناطق الضغط المنخفض وأطراف الشبكة ، الخ) ؛

(جـ) يجب أن تكون نقاط الاعتيان موزعة بصورة منتظمة على كافة أنحاء الشبكة ؛

(د) يجب أن تحدد مواقع نقاط الاعتيان في الأنواع الثلاثة لشبكات التوزيع (المفتوحة ، والمغلقة والمختلطة) بحيث تتناسب مع عدد الوصلات links والفروع ؛

(هـ) يجب أن يجري اختيار نقاط الاعتيان عموماً بحيث تكون العينات ممثلة بشكل وافٍ للشبكة ككل ولأجزائها الرئيسية ؛

(و) يجب أن تسمح مواقع الاعتيان بأخذ عينات من المياه الموجودة في الخزّانات الاحتياطية والصهاريج ، الخ ؛

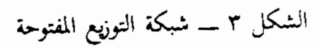
(ز) في حالة الشبكات التي لها أكثر من مصدر واحد للماء ، يؤخذ في الحسبان عدد السكان المستفيدين من كل مصدر وذلك عند تحديد مواقع الاعتيان ؛

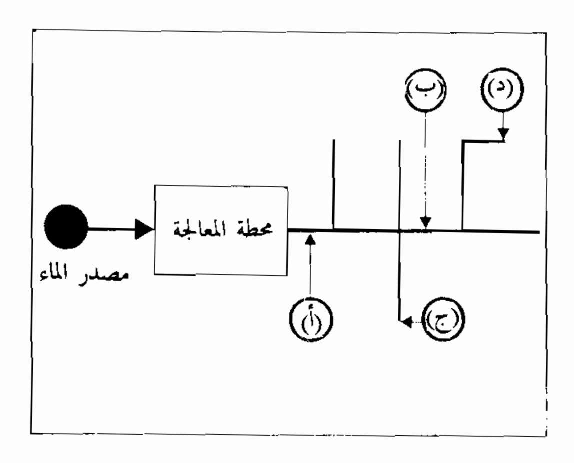
(ح) يجب أن تختار نقطة اعتيان واحدة على الأقل بعد مخرج المياه النظيفة مباشرة من كل محطة للمعالجة.

وفي الأشكال ٣ ــ ٥ أمثلة توضح معايير إنتقاء نقاط الاعتيان في كل من الأنواع الثلاثة للشبكات.

في شبكات التوزيع المفتوحة ، من الضروري أن يكون الاعتيان:

(أ) عند مخرج الماء النظيف من محطة المعالجة ؛ وهذا يساعد على التحقق من فاعلية معالجة الماء ويبين نوعية الماء الداخل إلى شبكة التوزيع ؛


الشكل ٣ ــ شبكة التوزيع المفتوحة



(ب) عند نقطة تجعل العينات ممثلة للماء في خط التزويد الرئيسي ؛

(ج) عند نقطة تجعل العينات ممثلة للماء في فروع خط التزويد الرئيسي ؛

(د) عند نقطة تجعل العينات ممثلة للماء في نهاية الشبكة

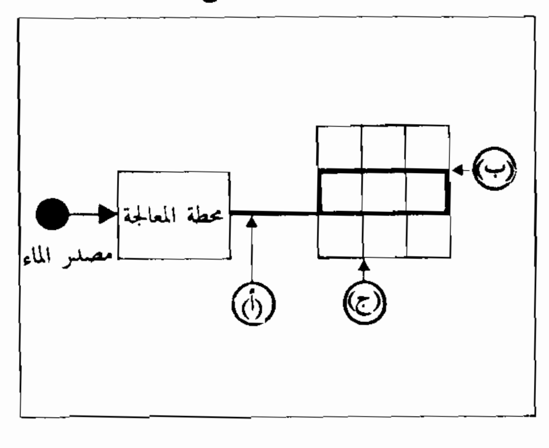
وفي شبكات التوزيع المغلقة ، من الضروري أن يكون الاعتيان:

(أ) عند مخرج الماء النظيف من محطة المعالجة ؛ وهذا يساعد على التحقق من فاعلية معالجة الماء ويبين نوعية الماء الداخل إلى شبكة التوزيع ؛

(ب) عند نقطة تجعل العينات ممثلة للماء في خط التزويد الرئيسي ؛

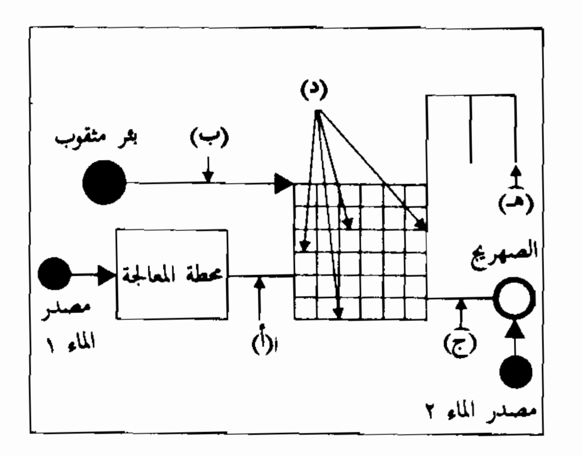
(ج) عند نقطة تجعل العينات ممثلة للماء في الفروع الثانوية.

الشكل ٤ ــ شبكة التوزيع المغلقة



في هذا المثال لشبكة التوزيع المختلطة ، توجد ثلاثة مصادر للمياه. وتشمل الشبكة منطقة توزيع «مغلقة» وأخرى من النوع «المفتوح» ولذا من الضروري أن يكون الاعتيان:

الشكل ٥ ــ شبكة التوزيع المختلطة



(أ) عند مخرج الماء النظيف من محطة المعالجة ؛ وهذا يساعد على التحقق من فاعلية معالجة الماء ويبين نوعية الماء الداخل إلى شبكة التوزيع ؛

(ب) عند نقطة تجعل العينات ممثلة لنوعية ماء البئر الداخل الى الشبكة ؛

(ج) عند نقطة تجعل العينات ممثلة لنوعية الماء الخارج من الصهريج ، وقد يكون من الضروري في بعض الحالات أخذ عينات من الماء الداخل إلى الصهريج ؛

(د) عند نقاط تجعل العينات ممثلة للماء في الشبكة الرئيسية ، ويجب أن تتساوى أهمية هذه النقاط في الشبكة من حيث كمية الماء الذي يجري فيها ؛

(هـ) عند نقطة تجعل العينات ممثلة للماء في الشبكة المفتوحة (يجب أن تؤخذ العينات في هذه الحالة البسيطة من فرع ثانوي وعند نهاية الشبكة).

وقد تكون هذه الشبكة أكثر تعقيداً من معظم مرافق مياه المجتمعات الصغيرة ، ولكنها ذكرت هنا لتبين كيفية التعامل مع أعقد الحالات.

٤ ــ ٣ المعــدات

بالرغم من أن بعض أنواع الزجاجات اللدائنية plastic يمكن أن تستخدم لأغراض الإعتيان sampling ، فمن الافضل استعمال قوارير زجاجية ؛ ويجب أن يكون لها سِدادات أو أغطية مأمونة الإحكام ، على أن تعقم الزجاجات وسداداتها أو أغطيتها على السواء بدرجة كافية. ويجب أن تتسع الزجاجات لكمية من الماء لا تقل عن ٢٠٠ ميليلتر.

وإذا كانت العينة المأخوذة للفحص المجهري تحتوي على أي كلور متبق ، فان هذا الكلور سوف يستمر في التأثير على أية جراثيم موجودة بعد الاعتيان ؛ مما يعني أن التحليل قد لا يدل على المحتوى الصحيح من الأحياء المجهرية في الماء الذي أخذت منه العينة. ولتذليل هذه العقبة تضاف عادة مادة تيوسلفات الصوديوم إلى العينة ؛ وهذا الكاشف يبطل على الفور ما قد يوجد من الكلور المتبقي ، ولكنه لا يؤثر على الأحياء المجهرية الموجودة في العينة ، سواء كان الكلور موجوداً أم لا .

٤ ــ ٣ ــ ١ إجراءات تعقيم زجاجات العينات

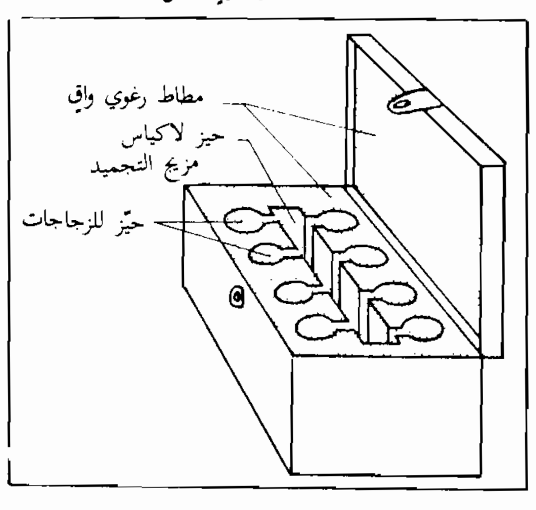
بالنسبة للعينات التي حجمها ٢٠٠ ميليلتر ، تضاف ٤ أو ٥ نقاط من محلول تيوسلفات الصوديوم المائي (١٠٠ غرام/ لتر) إلى كل زجاجة عينة نظيفة. وتوضع السدادة بدون إحكام. ولمنع دخول الغبار ، تربط حول عنق الزجاجة قطعة من الورق البني أو رقائق الألومنيوم. ثم تعقم الزجاجة في فرن هواء ساخن لمدة ساعة في درجة حرارة ١٧٠° س ، أو في الموصدة autoclave لمدة ٣٠ دقيقة في درجة حرارة ١٢٠° س. واذا تعذر وجود موصدة ، يمكن استعمال إناء طهي بالضغط pressure cooker كملجأ أخير ، ولكن يستغرق التعقيم بها ٣٠ ــ ٤٥ دقيقة. ولمنع التصاق السدادة أثناء التعقيم ، يولج شريط من الورق البني (٧٥ × ١٠ مم) بين السدادة وعنق الزجاجة.

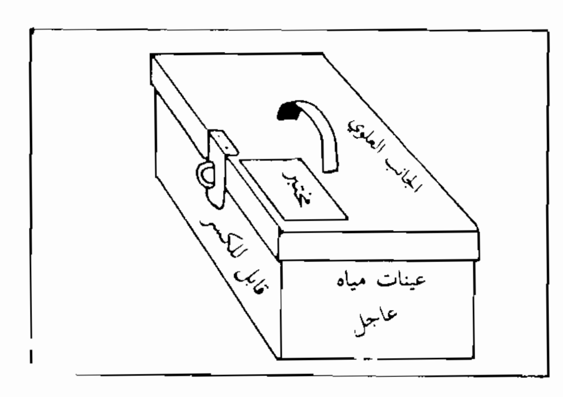
واقتصاداً في التكلفة ، يعاد استعمال الزجاجات بعد تحليل العينات في المختبر الإقليمي أو المركزي. وينبغي أن تعقم الزجاجات في المختبر ومن ثم تعاد إلى المكان الذي أرسلت منه.

فإذا كانت الظروف غير عادية ولا تسمح بارجاع الزجاجات لاستعمالها من جديد ، أو كان ذلك باهظ التكلفة ، فعندها يمكن استعمال أنواع أخرى من زجاجات الاعتيان. فهناك مثلا أنواع من القوارير الزجاجية وحيدة الاستعمال disposable مثل قوارير المشروبات الغازّية أو المثلجة ، وهي متاحة في عدد من البلدان ولها مزايا متعددة: فهي مصنوعة من الزجاج ؛ وسعتها في الغالب مناسبة ، أي ٢٥٠ ــ ٤٥٠ ميليلتر ؛ ويمكن الحصول عليها بكميات كبيرة. وتعقم هذه الزجاجات بإضافة محلول تيوسلفات الصوديوم أولًا وتوضع منتصبة (بدون غطاء) في الموصدة أو في فرن الهواء الساخن ، وتلفّ بغطاء من الورق البني مثبت بإحكام بواسطة خيط. أما الأغطية فتعقم على حده ، ثم تلف بالورق.

٤ ــ ٣ ــ ٢ تغليف زجاجات العينات المعدّة للنقل

الشكل ٦ ــ صندوق واقٍ لنقل العينات





يجب أن تنقل العينات أو ترسل في صندوق متين لمنع الكسر ، فيه حيّز كافٍ لوضع أكياس تحتوي على مزيج التجميد وذلك لحفظ العينات باردة. والصناديق المثلى هي التي تتسع لست زجاجات أو ١٢ زجاجة. ويكون الغطاء الخارجي إما من الخشب أو من المعدن ، ويجب أن تكتب عليه بوضوح الكلمات الآتية : « قابل للكسر » ، عينات مياه « عاجــــل » ، « الجانب العلوي » ، وكذلك عنوان المختبر الذي سترسل إليه العينات. كما يجب أن تثّبت على غطاء الصندوق صفيحة معدنية ذات وجهين يبيّن احداهما اسم وعنوان مُرسل العينات ، ويبيّن الوجه الآخر اسم وعنوان مختبر تحليل المياه الذي سترسل إليه العينات. وينبغي أن يكون للغطاء مقبض يساعد على حمل الصندوق مرفوعاً بطريقة صحيحة. ويبين الشكل ٦ مثالًا لصندوق مناسب لنقل العينات.

٤ ــ ٤ إرســـال العينــات

قد تتغير عدة معالم parameters لنوعية المياه أثناء نقل العينات إلى المختبر . ويمكن الاستغناء عن إرسال العينات للفحص وذلك بفحصها في الميدان . أما إذا تعذر ذلك

فيجب تغليفها جيداً في صناديق متينة وإرسالها إلى المختبر بأسرع ما يمكن. وإذا كان من المتوقع أن يستغرق نقلها أكثر من ٢٤ ساعة ، يجب عندئذ استخدام أوساط حافظة خاصة holding media. والحرارة المثالية لتخزين العينات هي ٤ ــ ١٠° س ؛ وفي المناخ الحار يجب أن تحاط العينات في صناديق النقل بأكياس تحتوي على مزيج تجميد سبق تبريده ، كما هو مبين في الشكل ٦.

وفي أماكن عديدة ، لا يملك المسؤولون عن أخذ العينات عربات لنقل زجاجات العينات ، وبالتالي يتحتم استخدام وسائل النقل العمومية. وهذا يعني أن من الضروري الاهتمام بمعرفة جداول مواعيد وسائل المواصلات والطرق التي تسلكها.

ولضمان وصف العينات بشكل واضح وافٍ ، يجب أن ترفق بها نماذج مفصلة تحتوي على المعلومات اللازمة عن مكان وزمان جمع العينة ، بالإضافة لوصف العينة واسم الشخص الذي أرسلها. ويبين الشكل ٧ نموذجاً سبق اختباره عملياً وكان وافيا بالغرض. وهو يحتوي على قسمين يمكن فصلهما ؛ وتسجل نفس المعطيات في القسمين عند الاعتيان sampling. وبعدها يفصل القسم الأصغر ويلصق مباشرة على الزجاجة ، إذا كان مصمغاً ، وإلا يلصق بواسطة مادة مناسبة . وهذه المعلومات مفيدة للمختبر الذي يجري فيه التحليل. وعلى القسم الثاني الأكبر تسجل النتائج في المختبر الذي تمت فيه التحاليل ومعلومات عن الإجراءات المتخذة. وبعدها ترسل نسخ لهيئة التحري المحلية أو لهيئة مرفق المياه المحلية وللشخص المسؤول عن الاعتيان ، وبذا تتوفر لديهم كافة المعلومات الضرورية عن العينات.

الشكل ٧ ــ النموذج المقترح للارفاق بعينات المياه

برنامج
مراقبة
جودة المياه

اسم الهيئة المسؤولة ....

الاعتيان والتحليل الجراثيمي
معطيات الاعتيان
المنطقة ____
موقع أخذ العينة ____
المكان ____
المصدر ____
المرسل ____
تاريخ أخذ العينة ____
ساعة أخذ العينة ____
تاريخ التحليل ____
وقت التحليل ____
الكلور المتبقي ____ مغ/لتر

النتائج
إجمالي القولونيات .... ____ /١٠٠ مل
القولونيات الغائطية .... ____ /١٠٠ مل
(خلاف ذلك) .... ____

رقم عينة المختبر ____

المياه نقية جرثوميا
المياه غير صالحة جرثوميا

الإجراء المتخذ

التوقيع

معطيات العينة
____
المنطقة ____
موقع أخذ العينة ____
المكان ____
المصدر ____
الكلور المتبقي ____
تاريخ الاعتيان ____
وقت الاعتيان ____
المرسل ____

القسم المنفصل الذي يلصق على زجاجة العينة

نتائج التحليل تسجل من قبل المختبر، الذي يرسل نسخا من هذا القسم لهيئة التحري ولهيئة مرفق المياه المحلية وللشخص المسؤول عن الاعتيان

٥ ــ التحليل الجراثيمي

تعرف أهمية الأمراض المنقولة بالماء منذ زمن بعيد. والمسببات الرئيسية للأمراض المعوية البشرية هي أحياء مجهرية ممرضة. ويشكل تلوث مياه الشرب بالغائط البشري أو الحيواني أكثر الوسائل شيوعاً في انتقال هذه الكائنات الحية إلى الانسان ليس فقط بطريقة مباشرة ، بل أيضاً بطريقة غير مباشرة أثناء تحضير الغذاء. ولهذا فان الهدف الرئيسي من الفحص الجراثيمي للماء الشروب potable هو اكتشاف التلوث الغائطي. ومع انه في الامكان اكتشاف وجود عوامل مُمْرضة مختلفة في الماء ، فكثيراً ما يكون عزل العديد منها والتعرف عليه في غاية التعقيد ، ونادراً ما يعطي نتائج كميّة. ولذلك يُتّبع اسلوب غير مباشر في تقدير الأخطار المرتبطة بمياه الشرب الملوثة بعوامل ممرضة معوية. وهذا الأسلوب مبني على افتراض أن تقدير مجموعات الكائنات الحية المعوية المعتادة (الكائنات الحية المشعرة) يدل على مستوى التلوث الغائطي في مرفق المياه. وهكذا فان تقدير هذه الكائنات الحية يوفر دلالة غير مباشرة لخطر التعرض للعوامل الممرضة المعوية المحمولة بالماء.

٥ ــ ١ اختيار الجراثيم المُشْعِرة

الجراثيم القولونية هي المؤشر **الذي** يقاس اكثر من غيره بين مشعرات نوعية المياه ، مع أن الخبرة قد دلت على أن استعمالها لا يؤدي الغرض المنشود تماماً. ويعرّف إجمالي القولونيات بالجراثيم سلبية الغرام Gram-negative القادرة على تخمير اللاكتوز في درجة حرارة ٣٥° أو ٣٧° س مع انتاج حمض وغاز وألدهيد في غضون ٢٤ ــ ٤٨ ساعة. وهي كائنات سلبية للسيتوكروم اكسيداز ، وليست من ذوات الأبواغ.

والقولونيات الغائطية (القولونيات المتحملة للحرارة) هي مجموعة فرعية من إجمالي **القولونيات لها نفس الخصائص باستثناء كونها تحتمل درجات أعلى من الحرارة ما بين ٤٤° و٤٤٫٥° س وتنمو فيها ، كما أنها تكوّن الإندول من التربتوفان . وتعتبر الجراثيم التي لها هذه** الخصائص المشتركة إشريكيات قولونية ظنية presumptive Escherichia coli. وبالامكان اثبات وجود الاشريكية القولونية عينها بواسطة اختبارات خاصة موضحة في الجزأين الأول والثاني من هذه الدلائل[أ].

[أ] دلائل جودة مياه الشرب ، جنيف ، منظمة الصحة العالمية ، ١٩٨٤ (الجزء الأول ، الصفحة ١٨ ، والجزء الثاني ، الصفحة ١٦).

وتشمل مجموعة القولونيات أجناساً مختلفة ، قد تكون كلها من أصل غائطي. وهي تستطيع التكاثر في الظروف الملائمة في وجود مواد عضوية. وكثيراً ما ترتبط بعض أنواع القولونيات بمخلفات النباتات أو قد تعيش عادة في التربة أو في المياه السطحية. وهكذا يجب ألا تعتبر مجموعة القولونيات مُشعراً للجراثيم التي من أصل غائطي. ولهذا فان استخدام إجمالي القولونيات كمشعر indicator قد يكون ذا قيمة محدودة في تقدير التلوث الغائطي للمياه السطحية ، وخاصة مياه الآبار الضحلة غير المحمية ، حيث كثيرا ما يسهل التلوث بقولونيات ليست من أصل غائطي. ولكنه قد يكون ذا فائدة في مياه الآبار العميقة ، مع أن هذه المياه نفسها قد تتلوث أحياناً بقولونيات غير غائطية. هذا وقياس إجمالي القولونيات مناسب بصفة خاصة لإمدادات المياه المعالجة والمكلورة ؛ وفي هذه الحالة يدل انعدام إجمالي القولونيات عادة على أن المياه قد تمت معالجتها وتطهيرها على نحو كاف للقضاء على العوامل الممرضة المختلفة.

وقياس القولونيات الغائطية على وجه التخصيص هو مُشعر أفضل للتلوث العام بمواد من أصل غائطي. ومع أن النوع السائد هو الإشريكية القولونية ، التي هي من أصل غائطي بصفة محددة ، فقد توجد أيضاً في المياه الملوثة بمواد غائطية ذراري أنواع أخرى مثل الكلبسيلة الرئوية Klebsiella pneumoniae والأمعائيات Enterobacter. ولكن يجب ألا يغيب عن الذهن أن أنواع الكلبسيلة الرئوية والأمعائيات قد تكون متصلة بتحويل المواد العضوية والحطب المنقوع بالماء إلى سماد ، وخاصة في الأقاليم ذات المناخ الحار ، الأمر الذي يبلغ عن حدوثه في أجزاء من الهند. ولكن بما أن التحليل الجراثيمي للمياه غير المعالجة بالكلور يتزامن عادة مع التفتيش الصحي ، فهذا يسهّل بصورة عامة تفسير النتائج.

وينبغي من الناحية المثالية أن تخلو إمدادات مياه الشرب من القولونيات الغائطية. ولكن قد لا يكون ممكناً عملياً تحقيق هذا الهدف بصورة دائمة في البلدان النامية ، وخاصة في المناطق الريفية. وهكذا قد يكون من الضروري لفترة مؤقتة وضع معيار مختلف لمستوى التحمل. وعندما يتم وضع مستوى تحمل مؤقت كهذا ، يجب أن نضع نصب أعيننا نوعية مصادر المياه البديلة. وبالإضافة إلى ذلك ، يجب التفكير ملياً إن كان بالإمكان إجراء معالجة بطريقة موثوقة لمصدر مياه مشتبه فيه.

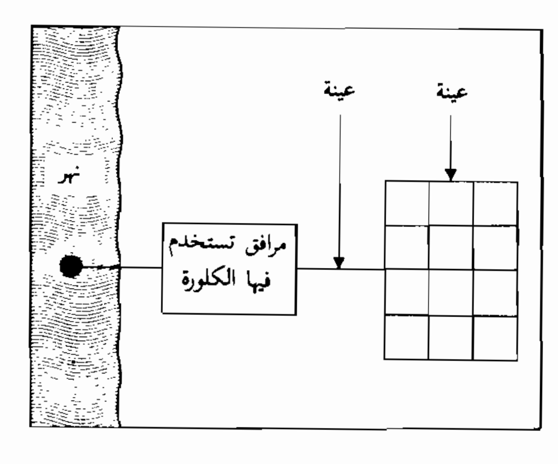
وفيما يلي مثالان شائعان لمستويين من التلوث غير المرغوب إلى حد بعيد يوجدان حتى في إمدادات المياه المحمية وهما: مياه ينابيع محمية غير معالجة بالكلور قد تحتوي (في العادة) على ١٠ قولونيات غائطية في كل ١٠٠ ميليلتر من الماء ، ومياه سطحية محمية ذات تعداد يزيد عن ١٠٠٠ من القولونيات الغائطية في كل ١٠٠ ميليلتر من الماء. وفي بعض الحالات ، قد

يكون من المناسب أن يضاف إلى تعداد القولونيات الغائطية قياسات لمجموعات أخرى من الجراثيم ، مثل العقديات البرازية faecal streptococci. ولكن العقديات البرازية تتضمن أنواعاً أخرى قد تتكاثر في التربة وفي المياه السطحية وخاصة بالإئتلاف مع المواد العفنة من مخلفات النباتات. ومع ذلك ، فإن العقديات المستمدة من البراز تعيش لمدة أطول في المياه الجوفية من القولونيات الغائطية. وقد تكون هذه الاعتبارات ذات مدلول في العديد من المناطق الريفية.

وبهدف التبسيط ، فإن منهجية الفحص المجهري لإمدادات مياه المجتمعات الصغيرة المبينة هنا ، تقتصر على مجموعة القولونيات ، لأن هذه المجموعة معروفة بقدر أكبر ، وهي أيضاً سهلة القياس نسبياً. ولدى اكتشاف القولونيات في الماء ، تتاح في العادة معلومات كافية لاتخاذ القرارات الضرورية بشأن الإجراء الاصلاحي اللازم ، وخاصة عندما تتاح أيضاً نتائج تفتيش صحي أجري في الوقت نفسه.

وفي حالة المياه التي تعرّض لمعالجة تصل حد التطهير ، بما في ذلك المياه الموجودة في شبكة التوزيع ، قد يكون تعيين إجمالي القولونيات كافياً للتحقق من جودة المياه . ولكن تلوث المياه في شبكة التوزيع قد ينشأ عن وصلات الأنابيب التي بها خلل ، أو عن الأنابيب المكسورة ، والوصلات المتقاطعة ، والدفق الارتدادي back-siphonage ، والصهاريج المعيبة ، وما إلى ذلك . والملوّثات التي تدخل في الشبكة بهذه الطريقة قد تتفاعل مع الكلور الموجود في الماء وتخفض الكلور المتبقي إلى الصفر بسرعة . وفي هذه

الشكل ٨ ــ مثال لوضع يستدعي استخدام اجمالي القولونيات والقولونيات الغائطية كجراثيم مشعرة



الظروف من الضروري تقدير ما إذا كان التلوث من منشأ غائطي أم لا . وفي حالة الاشتباه بتلوث غائطي ، فعندها يجب قياس إجمالي القولونيات والقولونيات الغائطية على السواء في إمدادات المياه المعالجة و/ أو المطهرة ، وفي شبكات التوزيع (انظر الشكل ٨).

وفي حالة المياه غير المعالجة وغير المكلورة ، مثل المياه السطحية أو مياه الآبار الضحلة أو العميقة ، يصلح اكتشاف القولونيات الغائطية وحده بصورة عامة كدليل كافٍ لتحديد ما إذا كانت هناك جراثيم ممرضة موجودة في الماء (انظر الشكل ٩).

٥ ــ ٢ طرائق التحليل

لقد استحدثت طريقتان لاكتشاف الجراثيم المشعرة في الماء هما : (أ) طريقة الأنابيب المتعددة (MT) ؛ و (ب) طريقة الترشيح الغشائي (MF). وتطبيقهما الميداني موضح في الملحق ٤ كما أن الوصف التفصيلي لكل منهما مبين في الملحقين ٥ و ٦ على التوالي. وفيما يلي بيان موجز لمزاياهما وقيودهما ، مع إرشادات عملية عن كيفية اختيار الطريقة المناسبة في الأوضاع المختلفة.

٥ ــ ٢ ــ ١ طريقة الأنابيب المتعددة (MT)

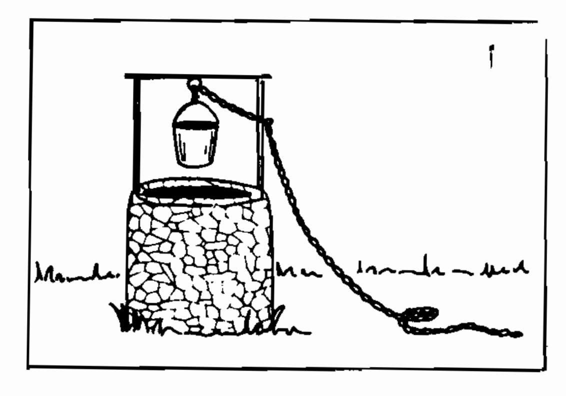
في طريقة الأنابيب المتعددة تضاف كميات مختلفة من الماء إلى أنابيب تحتوي على مستنبت culture medium مناسب. فتتكاثر الجراثيم الموجودة في الماء ، ويمكن التوصل إحصائيا إلى تعيين العدد الاكثر احتمالًا (MPN) للجراثيم الموجودة في عينة الماء الأصلية ، وذلك بمعرفة عدد الأنابيب الملقحة والأنابيب التي تبدي تفاعلا ايجابياً.

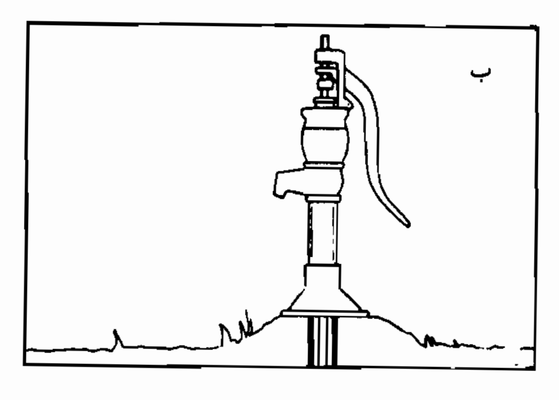
وطريقة الأنابيب المتعددة قابلة للتطبيق على كافة أنواع عينات المياه: فيمكن استخدامها في حالة المياه النقية، أو الملونة أو العكرة التي تحتوي على فضلات أو على حمأة sludge الفضلات، أو جسيمات الطين أو التربة شريطة أن يكون توزع الجراثيم في عينات الاختبار المعدّة متجانساً. والطريقة حساسة بشكل كاف نظرياً، لقياس مستويات متدنية من الجراثيم في عينات الماء، ولو أن ذلك يتطلب أوعية تتسع لأحجام أكبر من العينات تستخدم كأوعية للزرع، ولكن في الظروف العادية يكون الحجم الاكبر المستخدم هو ١٠ ميليلتر في المعتاد.

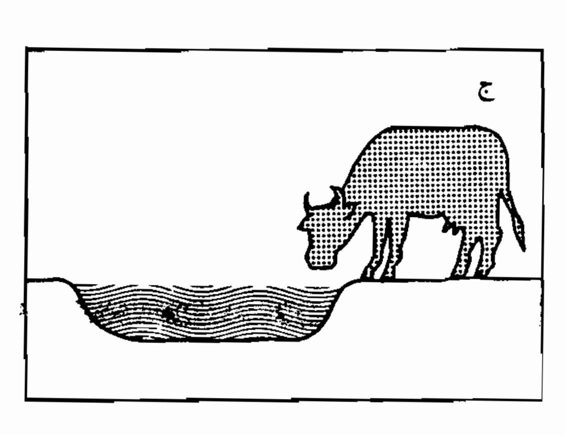
٥ ـ ٢ ـ ٢ طريقة الترشيح الغشائي (MF)

في هذه الطريقة يرشح حجم معلوم من الماء خلال غشاء يستبقي الجراثيم على سطحه. ثم يحقن الغشاء على مستنبت انتقائي مناسب يسمح للجراثيم بالتكاثر وتكوين المستعمرات.

الشكل ٩ ـ أمثلة لأوضاع تستدعي استخدام القولونيات الغائطية كجراثيم مشعرة

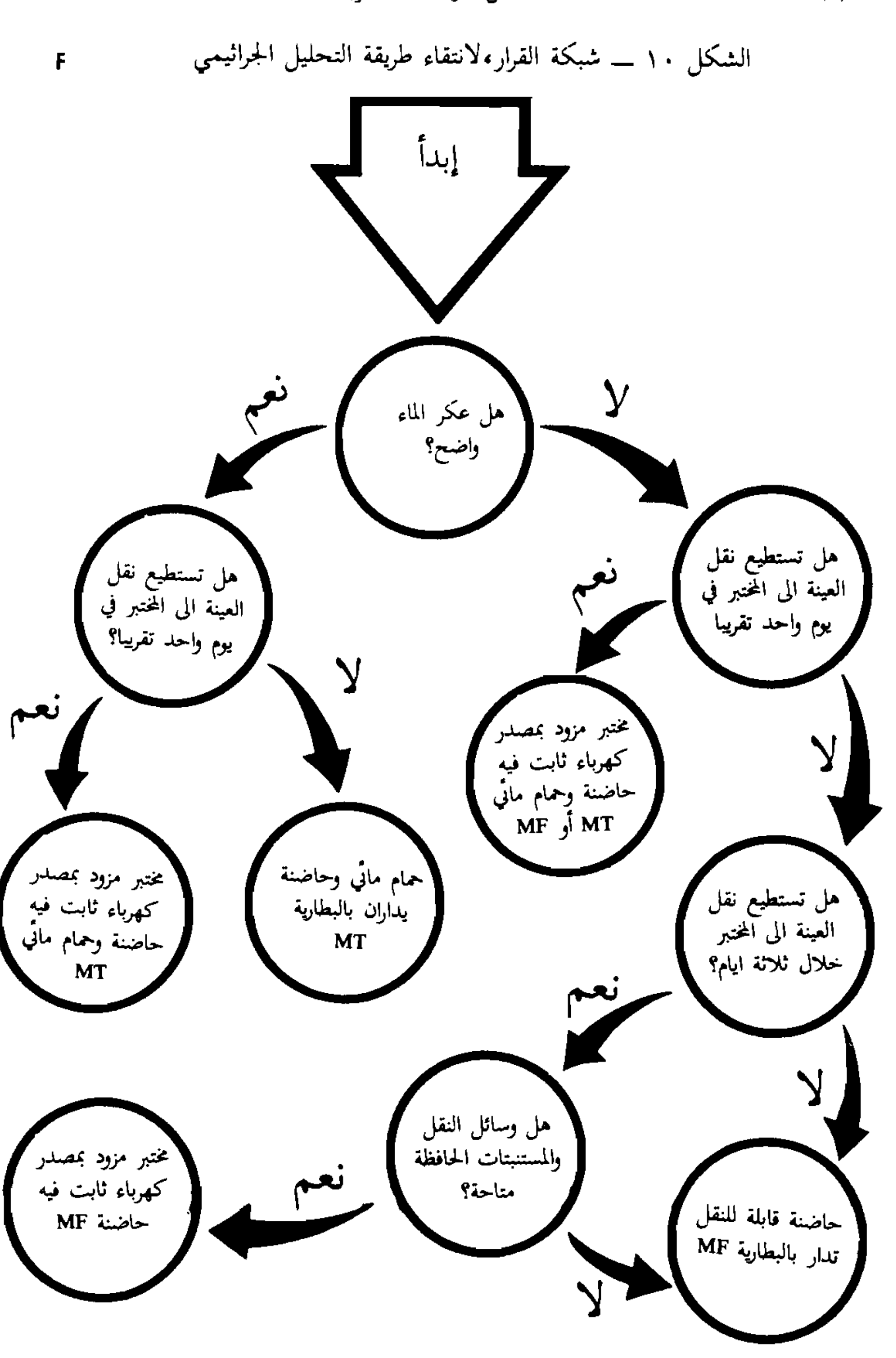






الشكل ١٠ ــ شبكة القرار،لانتقاء طريقة التحليل الجرائيمي

F



MT = طريقة الأنابيب المتعددة .

MF = طريقة الترشيح الغشائي .

ويتناسب عدد المستعمرات المحصى تناسباً مباشرا مع المحتوى الجرثومي لماء العينة الذي يجري تحليله. ولم تستخدم هذه الطريقة على نطاق واسع كما استعملت طريقة الأنابيب المتعددة. وهي غير مناسبة للمياه العكرة ولكن من ناحية أخرى لها مَزايا متعددة. وفيما يلي مزاياها وقيودها الخاصة :

(أ) المـزايـا

— يتم الحصول على النتائج على نحو أسرع ، إذ يمكن تقدير عدد القولونيات في أقل من ٢٤ ساعة ، في حين تتطلب طريقة الأنابيب المتعددة ٤٨ ساعة ، بصرف النظر عن الحصول على نتيجة سلبية أو نتيجة إيجابية ظنّية presumptive ؛
— تقلل من العمل المطلوب وتؤدي إلى توفير في بعض التوريدات والأواني الزجاجية ؛
— تعطي نتائج مباشرة ؛
— سهلة الاستعمال في المختبرات ، أو حتى في الميدان باستخدام أجهزة قابلة للنقل.

(ب) القـيـود

— العكر المرتفع الذي يسببه الطين والطحالب وغيرها يمنع ترشيح حجم كافٍ للتحليل ، وقد يُنتج أيضاً راسباً على الغشاء قد يتداخل مع النمو الجرثومي ؛
— وجود تعداد عالٍ نسبياً من الجراثيم غير القولونية قد يتداخل مع تعيين القولونيات ؛
— قد يكون من الصعب الحصول على مراشح غشائية مناسبة ، وهي بالإضافة إلى ذلك قد تكون باهظة التكاليف نسبياً ؛
— قد يحتوي الماء على مواد سامة ربما تمتصها الأغشية فتؤثر بذلك على نمو القولونيات.

٥ ـــ ٣ انتقـاء الطريقـة

يجري التحليل الجراثيمي عادة في المختبر. أما في المناطق النائية حيث يُفتقر إلى وسائل النقل ، فيمكن محلياً إجراء تحليل مبسطّ باستخدام أجهزة قابلة للنقل ؛ وهذه الاختبارات الميدانية للتحليل الجراثيمي موضحة في الملحق ٤.

وللمعاونة في انتقاء الإجراء أو الطرائق المستخدمة يظهر في الشكل ١٠ تخطيط لشبكة القرار decision network. والهدف من هذا الرسم التخطيطي هو إعطاء مقترحات بشأن المنهج الواجب اتباعه: وقد تؤثر ظروف محلية أو ظروف أخرى في اتخاذ القرار النهائي.

٦ ــ تعيين نسبة الكلور المتبقي

٦ ــ ١ مــاذا يحــدث للكلــور في المــاء

إن تطهير إمدادات المياه هو أهم حاجز يصد الجراثيم والفيروسات الممرضة ؛ والكلور بشكل أو بآخر هو عامل التطهير الرئيسي المستخدم في معظم البلدان.

ويمكن دون ريب تفسير التفوق السبّاق للكلور كمطّهر ، وذلك لسهولة الحصول عليه ، ورخصه ، ومعوليته ، بالإضافة لسهولة استعماله وقياسه في إمدادات المياه. وفيما يتعلق بتعيين كميته عن طريق التحليل ، من المهم معرفة ما يحدث للكلور أو للمواد التي تطلق الكلور عند إضافتها إلى الماء ، الأمر الذي يتوقف على المواد الأخرى الموجودة.

(أ) عندما يحتوي الماء على بعض المواد المختزلة ، مثل أملاح الحديدوز أو سلفيد الهيدروجين ، **فإنها تختزل جزءاً من الكلور المضاف إلى أيونات كلوريدية** .

(ب) عندما يحتوي الماء أيضاً على مواد أخرى قادرة على التفاعل مع الكلور ، مثل الأمونيا ومشتقاتها ، والمواد العضوية ، والجراثيم ،الخ ، ينخفض مستوى الكلور الحر ، وقد تنتج بعض المركّبات العضوية المكلورة.

(ج) إذا كانت كمية الكلور المضاف كبيرة إلى حد كافٍ يكفل عدم اختزالها أو اتحادها برمتها ، **فان جزءاً من الكلور يبقى حراً في الماء ؛ وهذا ما يطلق عليه اسم الكلور الحر المتبقي أو الكلور الحر** .

وعندما يتفاعل الكلور كيميائياً كما في (أ) و (ب) أعلاه ، يفقد قدرته المؤكسدة ، وبالتالي خصائصه المطهِّرة. ولكن بعض المركبات التي تتكون باتحاد الكلور مع مشتقات الأمونيا تستمر محتفظة ببعض خصائصها المطهِّرة. ويصطلح على تسمية الكلور الموجود بهذا الشكل **بالكلور المتحـد المتبقي أو الكلـور المتحـد**.

وعندما تكون أنواع المركبات المتفاعلة الأخرى كثيرة بالنسبة للكلور المضاف أصلًا ، ينخفض مستوى الكلور إلى الصفر.

ويطلق على الكلور الحر بالإضافة إلى الكلور المتحد اسم **إجمالي الكلـور المتبقي**. ومن ناحية التطهير ، **فإن الشكل الأهم هو الكلور الحر ، لأن قدرته المبيدة للجراثيم أعلى من قدرة الكلور المتحد** . وبالتالي ، يهدف التحليل الروتيني دائماً إلى تعيين مستوى الكلور الحر على الأقل.

٦ ــ ٢ الطرائق المستخدمة

يكون الكلور في المحلول المائي غير ثابت ، كما أن محتوى عينات المياه من الكلور ينقص بسرعة ، وخاصة في المحاليل غير المركّزة. ومما يزيد في سرعة نقصان مستوى الكلور تعرّض المحلول لضوء الشمس أو لأضواء أخرى قوية ، أو عند رجّه. لذلك يجب تحليل عينات الماء بعد الاعتيان sampling مباشرة. ويجب عدم تخزين العينات بغية تحليلها فيما بعد. ورغم وجود طرائق متعددة وكواشف مناسبة لتعيين الكلور المتبقي ، هناك ثلاث طرائق موصوفة فقط ، وهي التي يستخدم فيها ن ، ن ــ دي ايتيل بارافينيلين ديامين (DPD) وأورثوتوليدين (OT) ويوديد بوتاسيوم النَشَا.

وفي حالة الكاشفين الأولين ، يمكن استخدام قياس اللون الضوئي photocolorimetry أو القياس الضوئي الطيفي spectrophotometry اللذين يمكن إجراؤهما بدون عناء في الميدان باستخدام أجهزة للمقارنة البصرية visual comparators أو طرائق بسيطة للمقارنة بأنابيب الاختبار أو كلا الطريقتين. وفي التحليل الذي يستخدم فيه المركب ن ، ن ــ دي إيتيل بارافينيلين ديامين يمكن أن يكون الكاشف جامداً أو محلولًا. وكلاهما متاحان تجارياً ، والجامد أكثر ثباتاً إلا أن المحلول اكثر توفرا ولهذا السبب يوصى **باستخدامه. ويجب حفظ** المحلول في زجاجات بُنّية اللون والاستغناء عنه عندما يتغير لونه بشكل واضح. ويمكن استخدام هذا الكاشف والأورثوتوليدين على السواء في فحص عينات ماء يتراوح رقمه الهيدروجيني pH ما بين ٦٫٥ و ٨٫٥ دون أي درء buffering خاص.

وبالنظر لخصائص الأرثوتوليدين المسرطنة فقد أقلع العديد من البلدان عن استخدامه ، وأعطيت الأفضلية عموماً إلى ن ، نــ دي إيتيل بارافينيلين ديامين. وفي حالة الاستمرار باستخدام الأورثوتوليدين يجب بذل عناية خاصة عند تداوله. وإنه لمن الضروري ، بصفة خاصة ، ضمان عدم توزيع الأورثوتوليدين بالممص بواسطة الفم بتاتاً ، ويجب تجنب استنشاقه أو تعرض الجلد له.

وإذا استخدمت أجهزة قياسية تجارية للمقارنة البصرية ، فيمكن حينئذ أن يقوم بإجراء الاختبار أفراد حاصلون فقط على حد أدنى من التدريب. وفي طريقة الأورثوتوليدين قد يكون التركيز المقدّر للكلور الحر مرتفعاً بعض الشيء بسبب تداخل ما يوجد من كلور متحد. ولكن يمكن تقليل هذا التداخل إلى أدنى حد باجراء الاختبار بأسرع ما يمكن لأن الكلور المتحد يتفاعل ببطء أكثر من الكلور الحر. وفي حالة الاشتباه بوجود تركيز عالٍ للكلور

الجدول ٥ ــ التدابير الاصلاحية والوقائية لحماية امدادات المياه

مصدر وطريقة الإمداد	البيّنات أو المعلومات المتاحة	التدابير الاصلاحية الفورية	الاجراء الوقائي لتفادي رجعة التلوث
الآبار المحفورة المكشوفة	يتوقع عادة حدوث التلوث	(أ) نظف البئر اذا اقتضى الأمر وأضف كمية كبيرة من الكلور وأتبعها بكلورة متواصلة (ب) إنصح بغلي ماء الشرب ، واستعمال المواد المطهرة و/ أو المراشح في المنزل	حوّلها إلى بئر محمية ومغطاة ذات مضخة يدوية أو جهاز لرفع الماء منعزل عن المستخدم ؛ وشجع عدم تشييد آبار محفورة مكشوفة جديدة ، وعزّز تثقيف ومشاركة المجتمع
امدادات غير منقولة بالانابيب من آبار مغطاة أو آبار ضحلة أو عميقة ذات مضخات يدوية أو مضخات تدار بالمحرك	نتائج التفتيش الصحي غير مقبولة	أكد النوعية الجرثومية واذا لزم الأمر أوص بالغلي أو استخدام مادة مطهرة و/أو مراشح في المنزل	أزل مصادر التلوث و/ أو رَمِّم البئر إذا استلزم الأمر لاصلاح العيوب التي تكتشف اثناء التفتيش الصحي.
	وجود وباء محلي لعدوى معوية	(أ) إذا لم يتح إمداد مأمون بديل ، أنصح بالغلي أو استخدام مواد مطهّرة في المنزل (ب) تثبّت من النوعية الجرثومية (ج) قم باجراء تفتيش صحي مفصل وأصلح العيوب المكتشفة	(أ) انتهز الفرصة لتعزيز تثقيف المجتمع ومشاركته (ب) زوّد هيئات مرفق المياه بالمعلومات الاسترجاعية اللازمة عما حدث وعن نتائج التحري الصحي لمساعدتها في تقرير ما اذا كانت التقانات technologies المستخدمة والممارسات المتبعة ملائمة
امدادات غير معالجة منقولة بالانابيب	نتائج التفتيش الصحي غير مقبولة	تأكّد من النوعية الجرثومية وإذا اقتضى الأمر أنصح بالغلي أو استخدام مطهّر و/أو مراشح في المنزل	أزل مصادر التلوث و/ أو أصلح الشبكة اذا اقتضى الأمر لإصلاح العيوب المكتشفة اثناء التفتيش الصحي
	النوعية الجرثومية(أ) للمياه غير مقبولة عند المصدر	(أ) كلور المياه إن كان ذلك عملياً أو أوص بغليها أو استخدام مُطَهِّر و/ أو مراشح في المنزل (ب) قم باجراء تفتيش صحي مفصل وأصلح العيوب المكتشفة	قم بحماية المصدر ومنطقة مستجمع المياه (هذا أمر هام جداً)
	النوعية الجرثومية(أ) للمياه غير مقبولة في شبكة التوزيع	(أ) إن كان المصدر غير مقبول اتبع ما هو مذكور اعلاه	من الضروري إجراء مراقبة متكررة ودقيقة لشبكة التوزيع وكذلك القيام بالتصليح والصيانة فوراً ،

(أ) وفقا للدلائل الموصى بها ، تعتبر نوعية المياه «غير مقبولة» إذا تأكدت النتيجة الايجابية للعينة.

مصدر وطريقة الإمداد	البيّنات أو المعلومات المتاحة	التدابير الاصلاحية الفورية	الاجراء الوقائي لتفادي رجعة التلوث
		(ب) إن كان المصدر مقبولا ولكن شبكة المياه مشتبه بها ، كَلْور المياه أو انصح بالغلي أو التطهير في المنزل (ج) قم باجراء تفتيش صحي مفصل لشبكة التوزيع وأصلح العيوب المكتشفة	وخاصة في حالة الشبكات التي تعمل بصورة متقطعة.
	وجود وباء محلي لعدوى معوية	(أ) خذ عينة لتحديد النوعية الجرثومية ، وبدون انتظار النتيجة ، كلور إمدادات المياه العامة أو أنصح بالغلي أو التطهير في المنزل (ب) قم باجراء تفتيش صحي مفصل للمصدر ولشبكة التوزيع واصلح العيوب المكتشفة	من الضرورى إجراء مراقبة متكررة ودقيقة لشبكة التوزيع . وكذلك تعتبر ادارة وصيانة مثل هذه الشبكات امراً جوهرياً ، وخاصة في حالة الشبكات التي تعمل بصورة متقطعة
امدادات معالجة منقولة بالأنابيب	نتائج التفتيش الصحي للمصدر ومحطة المعالجة و/ أو شبكة التوزيع غير مقبولة	تأكد من النوعية الجرثومية وإذا اقتضى الأمر انصح بالغلي أو استخدام مطهر و/ أو مراشح في المنزل	(أ) من الضروري إجراء مراقبة متكررة ودقيقة للشبكة برمتها ، كما أن إدارة وصيانة الشبكة بعناية أمر جوهري ، وخاصة في حالة الشبكات التي تدار بصورة متقطعة (ب) تأكد من اجراء عمليات التفيش الصحي الروتيني (ج) زود هيئات مرافق المياه بالمعلومات الاسترجاعية اللازمة
	نوعية جرثومية[أ] غير مقبولة للمياه بعد المعالجة أو في شبكة التوزيع	(أ) اضمن كلورة كافية لامدادات المياه العامة أو انصح بالغلي أو التطهير في المنزل (ب) قم باجراء تفتيش صحي مفصل للشبكة برمتها وأصلح العيوب المكتشفة	(أ) من الضروري إجراء مراقبة متكررة ودقيقة للشبكة برمتها ، كما أن ادارة وصيانة الشبكة بعناية أمر جوهري ، وخاصة في حالة الشبكات التي تدار بصورة متقطعة. (ب) تأكد من إجراء عمليات التفتيش الصحي الروتيني (ج) زوّد هيئات مرافق المياه بالمعلومات الاسترجاعية اللازمة

(أ) وفقاً للدلائل الموصى بها ، تعتبر نوعية المياه «غير مقبولة» إذا تأكدت النتيجة الإيجابية للعينة عند تكرار الفحص.

الكائنات الحية أشد مقاومة إلى حد بعيد من الجراثيم أو الفيروسات للتعطيل بالكلورة عند مستويات الكلور المتبقي ومُدد التلامس الموصى بمراعاتها في حالة الجراثيم والفيروسات. ولهذا فإن مثل هذه الكلورة قد لا توفر الحماية الكافية ضد انتقال هذه العوامل بواسطة مياه الشرب. وبصفة خاصة كانت إمدادات المياه المعالجة بواسطة الترشيح الضغطي والتطهير بالكلور مسؤولة في بعض الاحيان عن تفشيات للجياردية منقولة بالماء. لذلك يجب بذل عناية خاصة في مراقبة العملية حيث يمكن تلويث المياه الخام بواسطة الحيوانات الأوالي المعوية وخاصة عندما تكون الكميات المتبقية من المطهر منخفضة.

وعندما تكون الفاشيات المرضية ناتجة عن تلوث مياه الشرب بالأوالي المعوية الممرضة ، فقد يكفل غلي الماء مكافحة فعّالة بتعطيل نشاط الجياردية والمتحولة الحالّة للنسج والاشريكية القولونية. ويجب بذل محاولات للتعرف على مصدر التلوث وإزالته وإجراء استقصاء لاستعراف وإصلاح أوجه القصور في المعالجة وفي شبكات التوزيع.

٧ ــ ٣ ــ ٢ دودة غينيا

إن داء التنّينات (الإصابة بديدان غينيا) يمثل مشكلة تتعلق بالإمدادات الصغيرة للمياه غير المنقولة بالأنابيب (مثل الآبار ذات الدرجات أو الصهاريج) التي كثيراً ما يتعذر رصدها بانتظام. ويكفي جادف copepod واحد يحتوي على يرقة واحدة لأن يصيب الإنسان بالتنينة Dracunculus ، مع أن العبء الديداني يتوقف على عدد وجنس اليرقات المُعدية التي يبتلعها الإنسان. وحيث أن باستطاعة دودة غينيا أنثى واحدة ناضجة ملقحة أن تسبب مرضاً شديداً ، لذلك يجب إبادة هذه الاطوار المُعدية من مياه الشرب. وهذا إجراء هام لأن هذا هو الطريق الوحيد لانتقال التنينة إلى الانسان. وبالنظر للطريقة التي تصل بها اليرقات الربدية rhabditiform إلى الجوادف copepods (بتسربها إلى الآبار من سيقان الناس الذين يسحبون الماء) فمن الواضح أن حماية المصدر هي خير أسلوب للوقاية. ويكفي عادة استعمال طوق للبئر يرتفع فوق مستوى سطح الأرض ويصرف الماء بعيداً عن البئر ، وإن كان من الأفضل تركيب غطاء للبئر وتثبيت مضخة عليه. وفي حالات الطوارىء يمكن قتل الجوادف المعدية بالقاء حبيبات مبيد الحشرات تيميفوس temephos في الآبار بنفس الجرعات المطلوبة لمكافحة يرقات الحشرات. وقد ثبت في بعض الحالات نجاح استعمال القماش القطني المزدوج الثخانة في ترشيح مياه الشرب.

٨ ــ تثقيف واشــراك المجتمع

الهدف من برامج إمدادات المياه هو ضمان توصل الجميع إلى كميات كافية من المياه الجيدة النوعية بطريقة مريحة وعلى مدار السنة. وفي حين أن معظم مستخدمي الماء سرعان ما **يقدّرون** تيسر الحصول على الماء وتوفره بكميات كافية طوال العام ، فقد لا يسهل عليهم استعراف جودة المياه. فالعديد من الناس لا يستطيع تقدير جودة الماء إلا من حيث خصائصه الجمالية ، **أي الصفـاء** ، واللون ، والعكر ، والطعم ، والرائحة. وربما يفي الماء بمثل هذه المتطلبات الجمالية إلا أنه يبقى غير مأمون من حيث نوعيته الجرثومية أو الكيميائية أو كليهما. وهكذا ، بالإضافة إلى تركيب المعدات الثقيلة ، ينبغي لبرامج المياه أن تضم عنصراً لإعلام المستهلك وتثقيفه. وينتظر أن يؤدي مثل هذا الإدراك إلى تحسين السلوك المؤدي لمنع تلوث مصادر المياه ، وضمان نظافة منافذ المياه العمومية ، والتخزين الصحي لمياه الشرب في المنازل ، وربما في منع التخريب المتعمد لأجزاء شبكة المياه القابلة للعطب أو إتلافها. ويجب ألا يخلق برنامج الإعلام والتثقيف شعوراً لدى الناس بحقهم في الحصول على ماء مأمون فحسب ، بل إدراكاً لمسؤوليتهم عن استخدام هذا المورد وصيانته بحكمة وبطريقة سليمة.

٨ ــ ١ اشــراك المجتمـع

الهدف من تحري جودة المياه هو حماية امدادات مياه الشرب من التلوث إلى اقصى حد ممكن. فعندما يحدث التلوث ، يوفر التحري الفعّال إنذاراً مبكراً يسمح بالقيام بتدخلات تهدف إلى خفض أو إزالة الاخطار التي تهدد صحة الإنسان. إن قدراً ما من تحري جودة مياه الشرب يقع بوضوح فى نطاق مسؤولية وزارة الصحة ولكن القليل من البلدان هو الذى يمتلك الموارد المطلوبة لتوفير تغطية شاملة بالتحري لكافة إمدادات المياه التي في حوزته. كما أن المناطق الريفية والمجتمعات الصغيرة لها مشاكلها الخاصة. فإن بُعدها عن مختبرات وخدمات الوزارة المسؤولة ، وحجمها الصغير وعددها الكبير في معظم البلدان ، يجعل من الصعب ، إن لم يكن مستحيلًا ، لموظفي الحكومة المركزية القيام بأي عمل يزيد عن التحري الدوري.

ويكمن حل هذه المشاكل في مفهوم الرعاية الصحية الأولية الذي يتضمن ثلاثة عناصر تنطبق بصورة متساوية على تحري جودة المياه. وأول هذه العناصر هو التثقيف الصحي ، أي توفير الإعلام المصمم بحيث يثير رغبة الناس في الحصول على إمدادات مياه مأمونة. والعنصر الثاني هو توفير أية مساعدة تقّنية ضرورية تعين الناس على تحقيق رغبتهم في الحصول على مياه مأمونة. أما العنصر الثالث فهو استخدام الناس في المجتمع المحلي لمهاراتهم ومواردهم الخاصة في القيام باعمال تهدف إلى تحسين صحتهم ، وهي في هذه الحالة ، الأعمال التي تحفظ سلامة إمدادات المياه.

والمدخل إلى التثقيف الصحي المجتمعي هو تجميع صورة بيانية للمجتمع تصف مدى الإدراك المحلي للمشاكل والاحتياجات الصحية. وهذا العمل يكون في العادة من مسؤولية عامل الصحة الأولية. ولا يقصد بهذه الصورة البيانية أن تستخدم من قِبَل الاختصاصيين الحكوميين في صياغة الحلول لمشاكل المجتمع ، بل تستخدم بدلا من ذلك كاساس لحوار مع المجتمع ينتج عنه قيام المجتمع بابتكار وتقرير ما يجب اتخاذه من أعمال للتغلب على ما يتم التعرف عليه من مشاكل أو تطويقها وتلبية ما يدركه من احتياجات. وقد لا تُدرَك جودة المياه والأمراض المرتبطة بالماء كمشاكل ذات أولوية. وفي هذه الحالة ، لا ينبغي للعامل الصحي أن يفرض هذه المسألة بالقوة ، إذ من الأفضل جداً أن يقدم الإرشاد اللازم ويقود المجتمع المحلي للتعرف على المشكلة. وفي الوقت المناسب سيدرك المجتمع الحاجة إلي تأمين سلامة إمدادات المياه.

ويجب الاعتراف من خلال التثقيف الصحي بأن استعمال الماء للتصحح الشخصي والمنزلي يمكن أن يكون له أثره أيضاً على الصحة. ولذلك يجب أن تتفادى التدخلات التثقيفية خطر «الإفراط في عرض» أي جانب منفرد للتزويد بالمياه. فإن إمدادات المياه المأمونة والمريحة والموثوقة هي حاجة بشرية أساسية بدونها يستحيل عملياً الحفاظ على بيئة سليمة. ومع ذلك فإنه ليس كافياً في حد ذاته لتأمين الصحة الجيدة ؛ فيجب استعمال إمداد المياه بطريقة سليمة في التصحح الشخصي والمنزلي والمجتمعي بمصاحبة قدر كافٍ من التغذية والإصحاح الغذائي ، بالإضافة إلى تصريف صحيح للمفرغات excreta. وهكذا من الضروري أن يتجنب برنامج التثقيف الصحي خلق انطباع بأن تحري جودة المياه سيمنع حدوث المرض. فهو قد يؤدي إلى تحسين الوضع الصحي ولكنه لا يحل كافة المشاكل.

إن التحسن في الوضع الصحي الذي ينتج عن توفير المياه المأمونة قد ينعكس أولًا على انخفاض في معدل حدوث الإسهال بين الرضّع والأطفال الصغار. ففي تجربة مقارنة راقبة حديثة ، تم تنظيف حاويات المياه المنزلية وتعبئتها بمياه مكلورة بصورة دورية بينما زودت مجموعة راقبة بكمية غفل من مياه مقطرة. وقد زاد معدل انخفاض الاسهال بين أطفال

المجموعة التي استخدمت المياه المكلورة ٧٥٪ عن انخفاضه في مجموعة المياه الغفل . وكانت هذه من الاختبارات الراقبة القليلة التي أجريت على هذا النحو. وتوفر هذه النتائج دليلًا مقنعاً على أهمية مياه الشرب المطهرة على الصحة ، ويفضل أن يحتوي الماء على نسبة من الكلور المتبقي تقبل أي عامل مُمرض موجود في حاويات المياه أو أطباق الطعام. وكانت النتيجة المثيرة لهذه التجربة أن ادركت مجموعة الماء الغفل تحسّن الوضع الصحي لدى المجموعة التي استخدمت المياه المكلورة واستنتجت أن المياه قد عولجت بطرق مختلفة. مما دعاهم للمطالبة بمعالجة مماثلة وفي النهاية زودت العائلات كلها بماء مكلْور.

والنتائج التي تم الحصول عليها من هذه التجربة توحي بنهج يمكن للعاملين الصحيين المعنيين بجودة المياه اتباعه. فبقدر ضئيل من إمدادات محلول الهيبوكلوريت وبتعاون من بعض العائلات في المجتمع المحلي ، **يمكن تأمين سلامة المياه المخزونة في بيوت إرشادية** demonstration. وإذا لم يكن محلول الهيبوكلوريت متاحاً ، يمكن تحقيق تحسن كبير في النوعية الجرثومية للمياه المخزونة في البيوت وذلك عن طريق العناية بالنظافة في تداول حاويات التخزين ومحتوياتها. وسيلاحظ الجيران التحسن الذي يطرأ على صحة أطفال العائلات الإرشادية مما يولد مطالبة بالمياه المأمونة. وسيظهر المجتمع المحلي في الحال رغبته بالاهتمام بحماية مصدر المياه وأنشطة التحري المماثلة. ولكن هذا يتطلب الصبر لأن الفوائد الصحية ستكون تدريجية ؛ وقد تصعب ملاحظتها من يوم لآخر. ولكنها ستكون ذات أثر واضح بعد انقضاء ستة أشهر أو سنة . لهذا السبب ينبغي على العامل الصحي حفظ سجلات ليبين منها للأمهات في المجتمع المحلي ، المعدل المنخفض لحدوث المرض بين أطفالهن.

وفي غضون ذلك ، على العاملين الصحيين ملاحظة ممارسات إمدادات المياه التي يتبعها المجتمع المحلي. إذ عليهم ملاحظة مرفق المياه وإمكانية تلوثه وطريقة استخدامه ، وبحث العيوب الظاهرة مع قادة المجتمع. وفي الوقت نفسه يجب ألا تغيب أسس الرعاية الصحية الأوْلية عن الأذهان وهي ــ الحساسية الثقافية ، والعون الذاتي المجتمعي ، والتقانة الملائمة. فعندما يستطيع الناس فهم العلاقة بين جودة الماء والمرض ، يصبح من السهل بصورة متزايدة تطبيق التحري وتدابير المكافحة. وبعض التدابير البسيطة ، مثل إحاطة نقطة تجميع المياه بالسياج لحفظ المواشي بعيدة عنها ، أو حماية ينبوع المياه بعد التصريف السطحي ، يمكن تخطيطها وتنفيذها بواسطة الناس في المجتمع المحلي مع الإرشاد اللازم من جانب العامل الصحي. أما المهام الاكثر تعقيداً ، مثل بناء كشك الينبوع أو تركيب حاوية تخزين صحية للمياه فقد تتطلب مساعدة تقنية ومادية من مستوى الإحالة في نظام الرعاية الصحية أو من هيئة تزويد المياه. فالمفهوم الذي يجب أن يبقي في طليعة برنامج التحري والتحسين هو أن المسؤولية

الرئيسية تقع على عاتق المجتمع المحلي ؛ بينما تستطيع الحكومة مساعدة المجتمع على تحقيق أهدافه فحسب.

٨ ـــ ٢ تدريب المتطوعين من المجتمعات الريفية

كلما ازداد تفهم الناس للعلاقة بين الماء والمرض وأصبحوا يدركون الحاجة إلى التحري للحفاظ على نوعية جيدة لامدادات المياه ، يجب تشجيع المجتمع على زيادة أنشطة التحري وتحسين شبكة المياه. وهناك اختيارات متعددة متاحة يمكن بموجبها تنفيذ مثل هذه الأنشطة. أحدها انتقاء متطوعين من المجتمع للقيام بانشطة التحري. والاختيار الآخر هو أن يكفل المجتمع راتباً لعامل محلي للقيام بأية مهام يومية مطلوبة. وفي كلتا الحالتين ، لا يلزم إلا قدر ضئيل من التدريب بواسطة وزارة الصحة أو هيئة مرفق المياه ، بالإضافة إلى إنشاء نظام للإبلاغ والحفاظ عليه. وعلى الصعيد المحلي يحتاج الأمر إلى حد ما من التنظيم بواسطة لجنة مياه تشكل على صعيد المجتمع ، أو لجنة صحية أو أي تشكيل مماثل.

أما الأنشطة التي سيتولاها المتطوع المجتمعي فتعتمد على طبيعة إمدادات المياه. ويجب أن يضاف إلى الإرشادات العامة التي تقدّم أثناء فترة التدريب الخبرة التي تكتسب من خلال العمل مع عامل الصحة الأولية أو مراقب صحة المنطقة في بعض إجراءات التحري. ويكون التوكيد الرئيسي في معظم إمدادات المياه الريفية على ما يلي :

- تفتيش إمدادات المياه لاكتشاف أي تلوث فعلي أو محتمل للماء ناتج عن أنشطة بشرية أو حيوانية بالقرب من مصدر المياه ؛
- ابتكار وتنفيذ الطرائق اللازمة لحماية إمدادات المياه من التلوث ، وربما كان ذلك بمساعدة من المجتمع المحلي ؛
- إسداء النصح لمستعملي المياه بشأن الإجراءات التي تمنع أو تقلل فرص تلوث إمدادات المياه والحاويات التي تستخدم في نقل وتخزين المياه ؛
- أخذ عينات من المياه بصورة دورية لنقلها إلى أقرب مختبر للتحليل ؛ والخيار الآخر هو احتمال إجراء فحوص العينات في الميدان إذا كانت الأجهزة المناسبة متاحة ؛
- إبلاغ نتائج التفتيش إلى اللجنة المحلية ووزارة الصحة أو هيئة مرفق المياه أو إليهم جميعا؛
- إجراء تحليلات ميدانية دورية للكلور المتبقي إذا كانت إمدادات المياه مكلورة ؛
- إعلام المجتمع المحلي بنتائج التحليلات والتفتيشات وشرح ما تتضمنه هذه النتائج من آثار تتعلق بالصحة وذلك بغية استحثاث مشاركة المجتمع في أعمال تهدف إلى حفظ المياه نظيفة ومأمونة.

٨ ــ ٣ التثقيف الصحي للمجتمع

هنالك تشكيلة من طرائق الاتصال متاحة لاستعمال المثقِّفين الصحيين في نقل المعلومات إلى الناس. فبينما نجد في أحد الأطراف أسلوب الاتصال «بين فرد وفرد» حيث يوفر المثقِّف المعلومات إلى كل فرد على حدة ، نجد في الطرف الآخر نهج استخدام وسائل الاعلام ، مثل التلفزيون والراديو والنشرات الدورية المطبوعة. وبين هذه الطرفين توجد طرائق وسيطة مثل المناقشات الجماعية التي تدعمها المعينات البصرية ، أو التثقيف الصحي في المدارس ، أو إنتاج الملصقات أو الرسوم البيانية القلّابة flip-charts ، أو الأفلام ، أو عروض الشرائح slide shows أو العليبات السمعية audio cassettes ، أو المسرحيات والموسيقى الشعبية. ولا يمكن الادعاء بأن أي نهج منفرد من هذه النهوج هو أفضل سبيل لأداء برنامج ما للتثقيف الصحي. ففي العديد من البرامج المختلفة تستخدم نهوج مختلفة في آن واحد ، وبناء على نتائج التقييم المتواصل يمكن التركيز إلى أقصى حد على الأساليب التي تبدو الاكثر نجاحاً.

والصورة البيانية للمجتمع ، التي سبق ذكرها أعلاه ، هي نقطة البداية لتصميم مفصل خاص بتنفيذ التثقيف الصحي في المستوى المجتمعي والذي سيشكل إلى حد كبير مسؤولية عامل صحة المجتمع في إطار الرعاية الصحية الاولية. وهناك أشكال أخرى من التثقيف يوفرها المستوى المركزي ، مثل ، التثقيف الصحي الذي يتطلب استخدام وسائل الإعلام والمطبوعات وإنتاج الافلام. وهكذا يجب أن تتولى وحدة التثقيف الصحي تنسيق برنامج شامل للتثقيف الصحي ، وذلك للتأكد من أن المعلومات المزودة منسقة ومرتبطة بالمشاكل الصحية التي تم التعرف عليها على السواء.

والتثقيف الصحي في المدارس مهم بصفة خاصة وكثيراً ما يتطلب إعطاء دورات تنشيطية للمدرسين مدعومة بمواد تعليمية ومعينات بصرية. فالتلاميذ والطلاب يوجدون في بيئة تعلُيمية ويكونون بصفة عامة متقبلين للتثقيف. وهكذا يمثل التثقيف الصحي في المدارس تعزيزاً فعالًا ومتواصلًا لأداء الإعلام الصحي مقدما بوسائل أخرى على نحو غير متصل.

وتكون وحدة التثقيف الصحي المركزية مجهزة في العادة لتحضير معينات بصرية لاستعمال العاملين الصحيين. والمواد المفيدة لعمال صحة المجتمع تشمل اللوحات القلابة والرسوم الوبرية flannelgraphs والملصقات والنشرات. وعلى وحدة التثقيف الصحي ضمان فهم عمال صحة المجتمع لما سينقلوه من المعلومات وكيفية استعمال المعينات البصرية التي يزودون بها.

ويجب أن يكون توجّه الإعلام والمعينات البصرية على السواء متناغماً مع استراتيجية الرعاية الصحية الأولية ، التي تعتمد على المجتمع المحلي للقيام بالأعمال اللازمة لتحسين صحة المجتمع. وهذه الاستراتيجية تنطبق بصفة خاصة على تحري جودة المياه وتحسين إمداداتها ، لأن هاتين المهمتين لا تتطلبان في العادة مستويات عالية من المهارة التقنية ولذلك يجب أن يكون الهدف هو خلق الرغبة لدى أفراد المجتمع للاشتراك في أنشطة التحري والمكافحة بعد أن يدركوا أنها وسيلة لتحسين صحتهم.

الملحـق ١

الكتّــاب والمراجعـون

الكتّـاب

الدكتور ر.ك. بالانس ، مهندس صحي ، تقانة ودعم صحة البيئة ، قسم صحة البيئة ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا.

الدكتور ب.ت. كومينز ، مشاور ، ميدنهيد ، انكلترا.

الدكتور ر. هيلمر ، المخاطر البيئية وحماية الاغذية ، قسم صحة البيئة ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا

الدكتور ن.أ.راو ، اختصـاصي الأحـياء المجهـرية ، برنـامج المنظمة المشـترك بين البـلدان ، سوفا ، فيجي.

السيد ف. سولسونا ، رئيس خدمات حماية البيئة ، المنطقة الشمالية الغربية ، إسكويل ، تشوبوط ، الأرجنتين.

السيد ت . أ . شتنشترم ، المختبر الجرثومي الوطني ، ستوكهولم ، السويد

الدكتور ب.ب سونداريسان ، مدير معهد البحوث الهندسية البيئية الوطني ، ناغبور ، الهند.

المراجــعون

الدكتور س. ج. ارسيفالا ، الخبير الاقليمي لصحة البيئة ، المكتب الاقليمي لمنظمة الصحة العالمية في جنوب شرق آسيا ، نيودلهي ، الهند.

الدكتور س. ر. بارتون ، منسق وحدة التنمية التكنولوجية ، مركز البلدان الأمريكية للهندسة الصحية وعلوم البيئة ، ليما ، بيرو.

السيد م. بيفاكا ، كبير موظفي برنامج المياه وصحة البيئة ، اليونيسيف ، نيودلهي ، الهند.

السيد شوقي بشارة ، تقانة ودعم صحة البيئة ، قسم صحة البيئة ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا.

السيد ج.ز. بطرس ، مدير التحاليل بالنيابة ، الخرطوم ، السودان.

الاستاذ د.ج. برادلي ، مدير مؤسسة روس للصحة المدارية ، مدرسة لندن للصحة والطب المداري ، لندن ، انكلترا.

السيد ف. بيونو ، المسؤول الاقليمي بالمكتب الاقليمي الأفريقي ، برازافيل ، كونغو.

السيد غ. دافيلا ، صحة البيئة ، منظمة الصحة للبلدان الأمريكية ، واشنطن العاصمة ، الولايات المتحدة الأمريكية.

الدكتور ر. فيشم ، معهد روس للصحة المدارية ، مدرسة لندن للصحة والطب المداري ، لندن ، انكلترا.

الدكتور ج. فورسلوند ، الهيئة الوطنية لحماية البيئة ، وزارة البيئة ، كوبنهاغن ، الدانمرك.

السيد س. غاجليانون ، مدير التقانة ، هيئة تقانة صحة البيئة، ساو باولو ، البرازيل.

الدكتورة هند جلال غورشيف ، مخاطر البيئة وحماية الأغذية ، إدارة صحة البيئة ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا.

السيد إ.إ. غيلدرايخ ، فرع معالجة الأحياء المجهرية ، مختبر بحوث البيئة البلدي ، هيئة حماية البيئة ، سنسيناني ، أوهايو ، الولايات المتحدة الامريكية.

الدكتور ل. هوانغ ، تقانة المختبرات الصحية ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا.

الدكتور و. جاكوبوفسكي ، رئيس شعبة الطفيليات والمناعيات ، قسم السموميات وعلم الأحياء المجهرية ، هيئة حماية البيئة ، سنسيناتي ، أوهايو ، الولايات المتحدة الامريكية.

السيدة ب. دي جونغ ، المختبر الجرثومي الوطني ، ستوكهولم ، السويد.

الاستاذ ي. كوت ، هندسة البيئة والموارد المائية ، معهد تكنيون – إسرائيل للتقانة،حيفا ، إسرائيل.

السيد لرت تشينارونغ ، نائب محافظ سلطة شبكة المياه الإقليمية ، بانكوك ، تايلند.

السيد و. ليويس ، مشاور ، تعزيز صحة البيئة ، المكتب الإقليمي الأوروبي لمنظمة الصحة العالمية ، كوبهاغن ، الدانمرك.

الدكتور ب.ج.لويد ، قسم الأحياء المجهرية ، جامعة ساري ، غيلدفورد ، انكلترا.

الأستاذ إ.لوند ، قسم الفيروسات والمناعيات البيطرية ، جامعة كوبنهاغن البيطرية والزراعية الملكية ، كوبنهاغن ، الدانمرك.

الدكتور م.ت. مارتن. مدير مختبرات الأحيائية المجهرية، المؤسسة الحكومية لتقانة صحة البيئة ، ساوباولو ، البرازيل.

السيد ب. ميدوز ، مشاور ، تقانة ودعم صحة البيئة ، إدارة صحة البيئة ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا.

السيدة ن. ميث ، مشاورة ، برنامج الأمم المتحدة للبيئة ، جنيف ، سويسرا.

السيد ر.إ. نوفيك ، مسؤول البرامج ، إدارة صحة البيئة ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا.

السيد ج. أوزولينز ، مدير المخاطر البيئية وحماية البيئة ، إدار صحة البيئة ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا.

الدكتور ر.ف. باخام ، المدير المساعد ، قسم جودة المياه والصحة ، مركز البحوث المائية ، ميدمينهام ، انكلترا.

السيد باراما سيفام ، رئيس قسم الهندسة المائية ، المعهد الوطني لبحوث الهندسة البيئية ، ناغبور ، الهند.

السيد برافورن شاروشندر ، مدير قسم صحة البيئة ، وزارة الصحة العمومية ، بانكوك ، تايلند.

السيد بريتشا شولافاشانا، مسؤول البرامج ، المكتب الاقليمي لليونيسيف في شرق آسيا وباكستان ، بانكوك ، تايلند.

السيد ف. ريف ، حماية صحة البيئة ، منظمة الصحة للبلدان الامريكية ، واشنطن العاصمة ، الولايات المتحدة الأمريكية.

الدكتور ج.و. ريدجوي ، جودة المياه والصحة ، مركز البحوث المائية ، ميدمينهام ، إنكترا.

الدكتور م. إسلام شيخ ، رئيس برنامج صحة البيئة ، المكتب الاقليمي لمنظمة الصحة العالمية في شرق البحر المتوسط ، الاسكندرية ، مصر.

السيد ب. ستيفنز ، المدير السابق لدائرة تقانة ودعم صحة البيئة ، ادارة صحة البيئة ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا.

الاستاذ ر. توماس ، مدير وحدة التقانة الحيوية ، جامعة ساري ، غيلدفورد ، انكلترا.

السيد ت.ك. تجيوك ، مسؤول البرامج ، المركز المرجعي الدولي لامدادات المياه والاصحاح ، ريجزفيجك ، لاهاي ، هولندا.

السيد س. أوناكول ، مدير تقانة ودعم صحة البيئة ، إدارة صحة البيئة ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا.

الدكتور د.ا. فاسكيز — ر. اولازابال ، تقانة المختبرات الصحية ، منظمة الصحة العالمية ، جنيف ، سويسرا.

السيد ج. واترز ، المسؤول الاقليمي ، تعزيز صحة البيئة ، المكتب الإقليمي الأوروبي لمنظمة الصحة العالمية ، كوبنهاغن ، الدانمرك.

الدكتور ف.م. ويت ، رئيس قسم حماية صحة البيئة ، منظمة الصحة للبلدان الامريكية ، واشنطن العاصمة ، الولايات المتحدة الامريكية.

الدكتور ك.م. ياو ،المسؤول عن مركز اقليم غربي المحيط الهادي لتعزيز التخطيط البيئي والعلوم التطبيقية ، كوالا لامبور ، ماليزيا.

الملحق ٢

التفتيش الصحي

التفتيش الصحي ، كما هو مبيّن في الفصل الثالث ، هو من العناصر الأساسية التي يتكون منها أي برنامج فعال لتحري ومراقبة جودة مياه الشرب. وعلى المفتش الصحي عند اضطلاعه بأعباء مهامه أن يحضّر استمارة مكيفة بطريقة معينة لتلائم شبكة إمداد المجتمع الصغير المراد زيارتها ، ومستنداً إلى استمارة عامة تأخذ في الاعتبار كافة الإجراءات الممكنة المطلوبة لتقييم شبكات المياه بطرائق بسيطة وسريعة. وفيما يلي وصف أكثر تفصيلًا للاجراءات المتعددة برفقة قوائم مراجعة ملائمة .

١ ــ مصادر المياه

١ ــ ١ المياه الجوفية

المياه الجوفية هي بوجه عام أنسب مصدر لإمداد المجتمع الصغير. ولكن من الضروري حماية هذه المياه الجوفية من ارتشاح المواد الملوِّثة. وبناء على ذلك، يجب أن يكون مصدر المياه الجوفية أبعد ما يكون عن أي مصدر للتلوث مثل المراحيض ، وخزانات التحليل ، والمخلفات السائلة ، ومجاري المياه الزراعية ، وما إلى ذلك.

ومن المهم معرفة الجيولوجيا المحلية عند تقدير التأثير المحتمل لمصادر التلوث في جوار البئر أو أي نقطة أخرى لسحب المياه. ومن الضروري بصفة خاصة معرفة اتجاه جريان المياه الجوفية للتأكد من عدم وجود مصادر للتلوث واقعة قبل نقطة سحب المياه. ويجب بذل مجهود خاص في مناطق الصخور الجيرية والمتشققة لتأمين أبعد مسافة ممكنة بين مصادر التلوث المحتملة ومأخذ المياه الجوفية. ولسلامة التقدير والخبرة في هذه الأمور أهميتها لأنه كثيراً ما تكون المعلومات الجيولوجية الضرورية غير متاحة.

قائمة مراجعة خاصة بالمياه الجوفية

هل الجوار المباشر لنقطة سحب الماء (البئر) خالية من أي مصدر محتمل للتلوث؟
(ملحوظة: توجد اسئلة إضافية أخرى في القسم ٢ ــ ١)

١ ــ ٢ المياه السطحية

بالنظر لامكانية الوصول غير المقيدة للمياه السطحية وسهولة تعرضها للتلوث ، يفضل تطهير مياه هذه المصادر قبل توزيعها للمستهلكين. كما أن تحديد موقع مأخذ المياه ذو أهمية حاسمة ، إذ يجب أن يكون في أعلى التيار upstream وبعيداً ما أمكن عن مصبات المخلفات السائلة ، ومفرغات النفايات الصناعية ، ومياه المجارير الزراعية الجارية ، الخ.

ويجب أن تكون أنابيب مأخذ المياه السطحية محكمة تماماً وبعيدة جداً عن ضفة النهر أو شاطىء البحيرة ، وأن تكون فوهة أنبوب المأخذ تحت سطح الماء بما لا يقل عن ٣٠ سم لمنع دخول أية مواد طافية. كما يجب أن تكون نقاط المأخذ بعيدة إلى حدٍ كافٍ عن القاع لتفادي سحب الطين. وحتى في أسوأ الظروف يجب أن تكون مضخة المأخذ قوية بدرجة كافية بحيث تقاوم قوة التيار في النهر في جميع الأوقات. وفي حالة استخدام معدات كهربائية للضخ ، يجب حمايتها جيداً من الرطوبة ، الخ.

قائمة مراجعة خاصة بالمياه السطحية

هل موقع المأخذ صحيح فيما يتعلق بمصبات التلوث؟

هل أنبوب المأخذ مثبت بطريقة صحيحة من حيث انخفاضه عن سطح الماء وبعده عن القاع؟

هل أنبوب المأخذ متين وثابت في مكانه؟

هل تعمل معدات مأخذ المياه جيداً؟

(ملحوظة: توجد أسئلة إضافية أخرى في القسم ٢ ــ ٢).

١ ــ ٣ مياه الأمطار

يتكون مأخذ مياه الأمطار من سطح منحدر يؤدي إلى خزان أو صهريج ويجب أن تكون جميع أجزاء الشبكة نظيفة وخالية من الأعشاب ، خصوصاً إذا كانت على سطح الأرض. كما يجب توفر بعض الوسائل التقنية لتحويل المياه التي يجري تجميعها بحيث يمكن ، بعد انقطاع الأمطار لمدة معينة ، تحويل مياه الأمطار التي تسقط في بداية الموسم لتصرف بعيداً. فهذا التساقط الأول للمطر يغسل سطوح التجميع ويساعد على تنظيفها. وبعد ذلك فقط يجب تجميع مياه الأمطار بغرض توزيعها للمستهلكين.

قائمة مراجعة خاصة بمياه الأمطار

هل سطح مستجمع مياه الأمطار خال من الأعشاب والأوساخ؟

هل هناك نظام صرف لتحويل الجزء الأول من المطر إلى مصارف الفضلات؟

(ملحوظة: توجد أسئلة إضافية أخرى في القسم ٢ ــ ٣) .

٢ ــ تجميع المياه ومعالجتها

وفقاً لنوع مصدر المياه المستخدم واحتمال تلوثه ، ثمة هياكل تقنية مختلفة وتجهيزات مطلوبة لمعالجة المياه. ويتحتم أثناء التفتيش الصحي التحقق جيداً من مباني التجهيزات وتشغيلها وصيانتها. وفيما يلي المعالم الرئيسية التي يجب أن يتناولها التفتيش في أكثر أنواع المرافق شيوعاً.

٢ ــ ١ سحب المياه الجوفية ومعالجتها

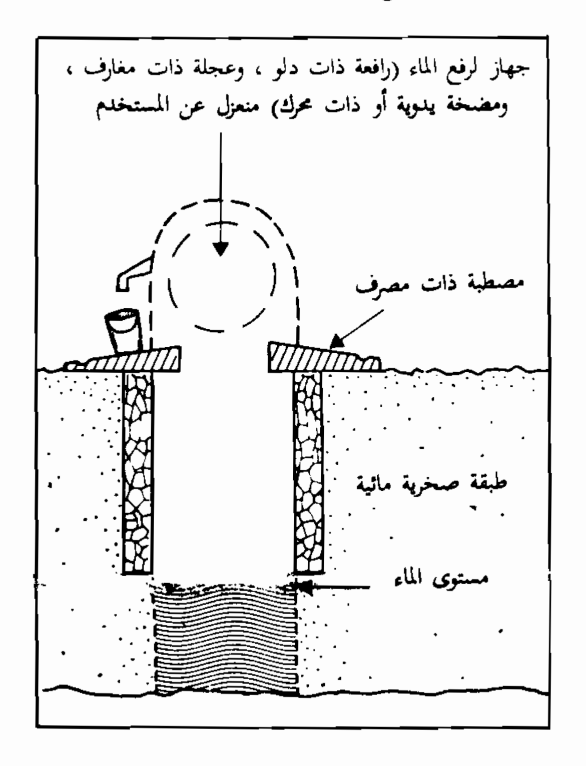
قد تتطلب المياه معالجة و/ أو تطهيراً حسب النوعية الطبيعية للمياه الجوفية واحتمال تلوثها. فالآبار الضحلة المكشوفة بصفة خاصة تتعرض بسهولة إلى التلوث البشري والحيواني وغير ذلك ، ولا مفر من أن يؤدي التفتيش الصحي إلى اكتشاف مخاطر صحية وخيمة. وفيما يلي وصف لأنظمة أخرى لاستخراج المياه الجوفية تسمح بحماية أفضل لمصدر المياه.

٢ ــ ١ ــ ١ الآبار المحفورة

الآبار المحفورة هي أكثر أنواع الآبار شيوعاً وتستخدم على نطاق عالمي في سحب المياه الجوفية ، موفرة بذلك مياه الشرب للمجتمعات الصغيرة والمنازل الفردية. وتتيح الآبار المحفورة المياه من طبقة صخرية مائية ضحلة نسبياً قريبة من سطح التربة ، ولذلك يسهل تلوثها إلى حد ما بواسطة المواد المرتشحة leachates من مرافق تصريف الفضلات البشرية والحيوانية.

وهناك طرق عديدة لسحب المياه من البئر ، ولكن بعضها رديء بحيث يكون من المؤكد تقريباً أن تتلوث المياه. ولا يمكن اعتبار النظام على قدر كاف من الأمان صحيا إلا عند انعدام التلامس بين الشخص الذي يسحب المياه وبين المياه الموجودة في البئر. ويبين الشكل ١ مثالاً لبئر محفورة محمية بطريقة صحيحة.

الشكل ١ — بئر محفورة محمية



قائمة مراجعة خاصة بالآبار المحفورة

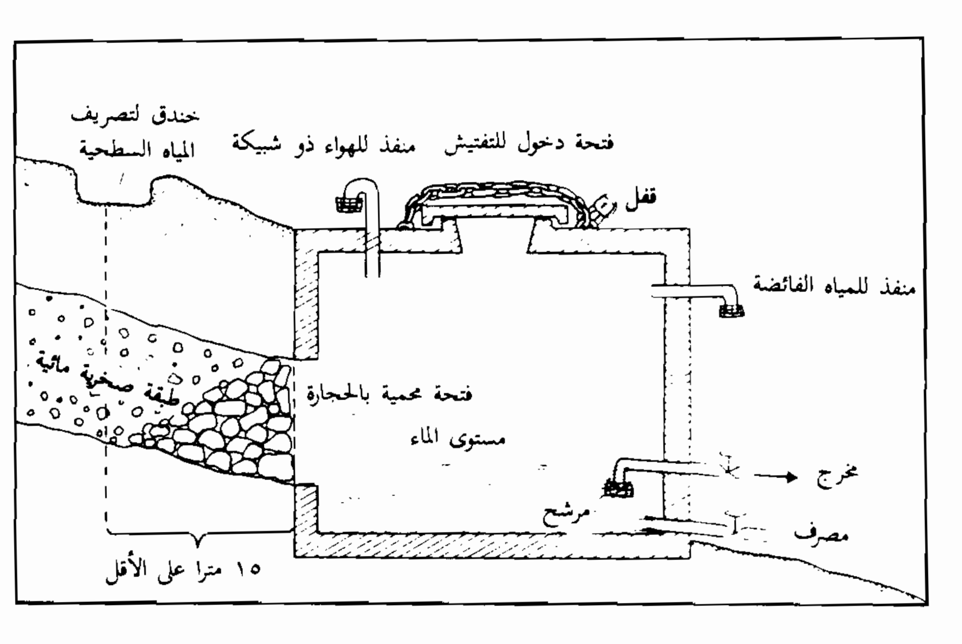
هل نظام رفع المياه (الدلاء ، والحبال ، الخ) بعيد عن وصول المستخدمين ، والحيوانات ، والطيور ، والحشرات وغيرها إليه؟ وهل يستحيل أن تسيل المياه المسحوبة من البئر عائدة مرة أخرى إلى البئر؟

وهل هناك مصطبة كتيمة تحول دون تسرب المياه السطحية إلى البئر؟ (وهذا أمر هام خصوصاً إذا كان هناك احتمال حدوث فيض محلي).

٢ — ١ — ٢ الينابيع

رغم أن ماء الينبوع يأتي عادة من طبقة صخرية مائية محمية فقد يحدث التلوث عند نقطة التجميع. ولمنع دخول مياه الأمطار إلى الينبوع ، يجب بناء مجرى أو خندق في الهضبة مرتفعاً قرابة ١٥ متراً عن مكان سحب الماء. وحيث أن من الضروري القيام بتنظيف دوري للمكان ، فيجب توفير فتحة دخول manhole للتفتيش ، وكذلك مصرف في قاع غرفة التجميع. وينبغي منع الناس أو الحيوانات من الوصول مباشرة إلى الينبوع وذلك بواسطة هيكل واقٍ. ويبين الشكل ٢ مثالاً لينبوع محمي بطريقة صحيحة.

الشكل ٢ ــ ينبوع محمي



قائمــة مراجعة خاصة بالينابيــع

هل هناك خندق لتحويل المياه السطحية؟

هل غرفة التجميع مزودة بفتحة دخول للتفتيش؟

هل هناك أنبوب للتصريف؟

هل جميع الفتحات محمية ضد دخول الحيوانات ووصول الآدميين إليها مباشرة؟

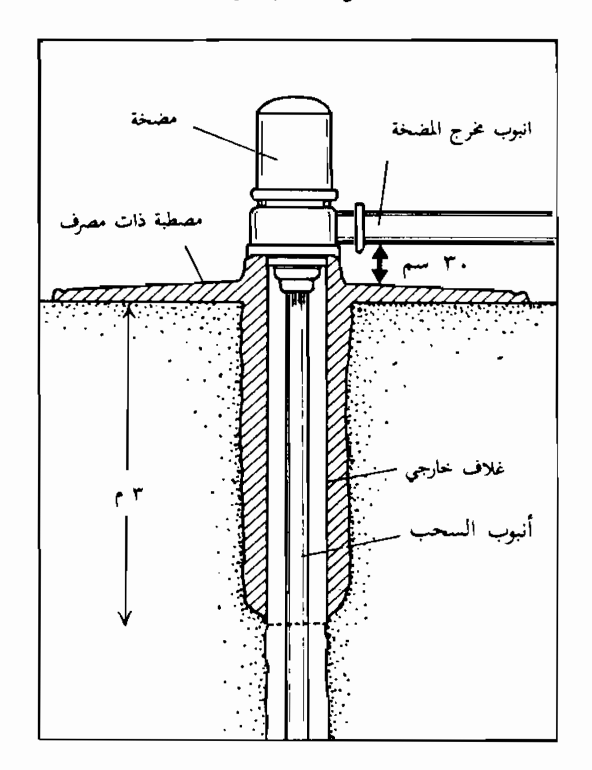
٢ ــ ١ ــ ٣ الآبـار المثقوبة Drilled wells والحفـر المثقوبة boreholes

عند ثَقب البئر من الممكن الوصول إلى طبقات صخرية مائية عميقة بعيدة عن سطح التربة وهكذا فهي أقل تعرضا للتلوث. وفي العادة ، تكون المياه الجوفية هنا خالية من التلوث الجرثومي وقابلة للاستعمال مباشرة كمياه للشرب. وعند تركيب مثل هذه البئر والمضخة المرافقة ، ينبغي اتخاذ الاحتياطات التركيبية : مثل مد غلاف المضخة الخارجي نحو ٣٠ سنتيمتر فوق الأرض وقرابة ثلاثة أمتار إلى أسفل.

ويستحسن إجراء التطهير الوقائي (الكلورة) للماء قبل دخوله شبكة التوزيع في حالة احتمال وجود تلوث ثانوي ، أو إمدادات متقطعة الخ. وتوجد في القسم الثالث من هذا الملحق

بالصفحة ٦٧ معلومات بشأن الكلورة. كما أن الشكل ٣ يوضح مقطعاً عرضياً لبئر مثقوبة محمية.

الشكل ٣ ــ بئر مثقوبة محمية



قائمة مراجعة خاصة بالآبار المثقوبة

هل هناك مصطبة كتيمة وجِصّ grouting كافٍ محيط بغلاف المضخة الخارجي لمنع تسرب المياه السطحية؟

هل يمتد الغلاف الخارجي للبئر إلى مسافة ٣٠ سم فوق المصطبة؟ وهل هو سليم؟

هل يمتد الغلاف الخارجي للبئر إلى مسافة ٣ أمتار تحت سطح الأرض؟ وهل هو سليم؟

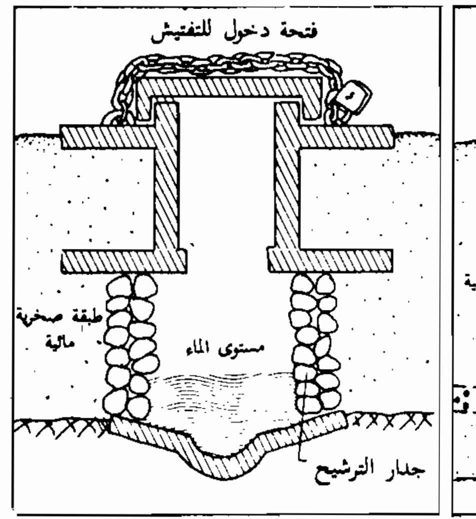
هل يتم تصريف المنطقة المحيطة برأس المضخة بعيداً عنها؟

٢ ــ ١ ــ ٤ قنوات الرشح Infiltration galleries

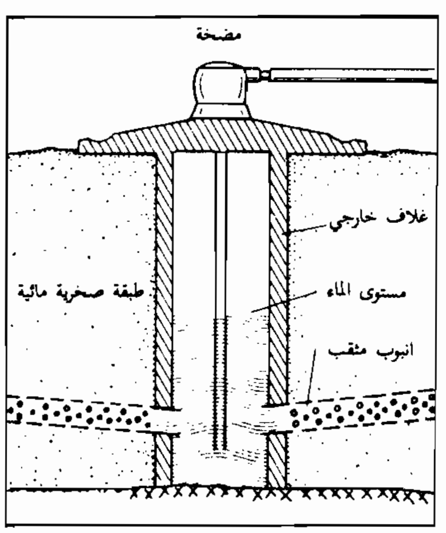
قنوات الرشح هي أنابيب أفقية صناعية ممتدة بجوار مجاري المياه ، والأنهار ، الخ. وهذه القنوات تختلف من حيث الشكل والحجم ، متراوحة بين أنابيب مثقّبة بسيطة وأنفاق ذات مقاطع عرضية غير منتظمة. وتشق القنوات على أعماق مختلفة بحيث يندر أن يمكن ملاحظتها مباشرة ، ما لم تكن كبيرة جداً وذات فتحات دخول للتفتيش. ويجب تفتيش كل جزء مرئي من الشبكة. وحيثما يكون ذلك ممكنا ، يجب إجراء التفتيش بالرجوع إلى رسوم التصميم الأصلي للشبكة. وهناك مثالان لقنوات الرشح من النوعين النفقي والانبوبي مبينان في الشكل ٤ أ و ب على التوالي.

الشـكل ٤ ـ قنوات الرشح المحمية

أ ـ النوع النفقي



ب ـ النوع الأنبوبي



قائمة مراجعة خاصة بقنوات الرشح

هل للقناة فتحة دخول للتفتيش؟

هل فتحة الدخول محمية بغطاء وقفل؟

هل هناك مصطبة كتيمة تحول دون تسرب المياه السطحية؟

هل يمتد الغلاف الخارجي مسافة ٣٠ سم فوق المصطبة؟ وهل هو سليم؟

هل يصل الغلاف الخارجي إلى مسافة ثلاثة أمتار على الأقل تحت الأرض؟ وهل هو سليم؟

هل المنطقة المحيطة برأس المضخة تصرّف مياهها بعيداً بشكل مأمون؟

٢ ـ ٢ المأخوذ من المياه السطحية ومعالجتها

بما أن المياه السطحية ، بصفة عامة ، معرضة للتلوث بسهولة إلى حد ما ، فهي كثيراً ما تعالج وتطهّر قبل توزيعها للمستهلكين. وهناك نظامان يستخدمان عادة ، هما :

(أ) الترشيح الرملي البطيء ،

(ب) التخثير ويتبعه ترشيح رملي سريع.

وفيما يلي وصف للمعالم الأساسية لهذين النظامين التي يجب التحقق منها أثناء التفتيش الصحي.

٢ ــ ٢ ــ ١ الترشيـح الرملي البطيء

الترشيح الرملي البطيء هو طريقة مريحة قليلة التكلفة لمعالجة المياه السطحية غير مفرطة التلوث. فأثناء عملية المعالجة تحتجز الجسيمات الغروانية colloidal particles وتتحلل المواد العضوية بيولوجياً. وإحدى القيود التنفيذية هي أن لا يزيد عكر المياه الخام عن ١٥ وحدة من وحدات قياس الكدر NTU . ففي حالة المياه فائقة العكر ، يجب تطبيق الترسيب البسيط قبيل الترشيح الرملي البطيء (الشكل ٥).

ويجب أن يتضمن التفتيش الصحي مراجعة ناقدة للسجلات الخاصة بمدد عمل المرشّح ، وانقطاع تدفق الماء ، وفترات ضبط المرشح ، الخ. ويجب تقديم هذه المعطيات من قِبَل عامل تشغيل المحطة.

وأهم الخصائص التي ينبغي تسجيلها روتينياً هي العكر. وبما أن الماء لن يتعرض لأية معالجة إضافية أخرى خلاف التطهير ، إذا اقتضى الأمر ، فان الماء الخارج من المرشح يجب أن يتفق مع القيمة الدليلة للعكر وهي ٥ وحدات قياس الكدر NTU أو ٥ وحدات عكر جاكسون JTU (انظر الصفحة ٥).

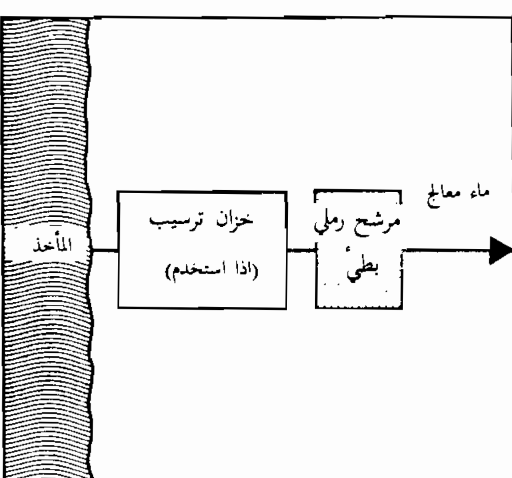
ويجب أن يستخدم المفتش الصحي الأجهزة المتاحة في المحطة للتحقق من العكر ، وإلا يجب أخذ عينات للفحص في مختبر مختص بالمراقبة. ويجب تسجيل التأخير الناتج عن نقل العينات لأن العكر قد يتغير مع الوقت.

قائمة مراجعة خاصة بالترشيح الرملي البطيء

هل عكر المياه الجارية إلى المرشح الرملي البطيئة أقل من ١٥ وحدة من وحدات قياس الكدر NTU؟

هل عكر المياه المسحوبة من المرشحة الرملية البطيئة أقل من ٥ وحدات قياس الكدر NTU؟

الشكل ٥ ــ تصوير تخطيطي لمحطة ترشيح رملي بطيء



٢ ـ ٢ ـ ٢ التخثر والترشيح الرملي السريع

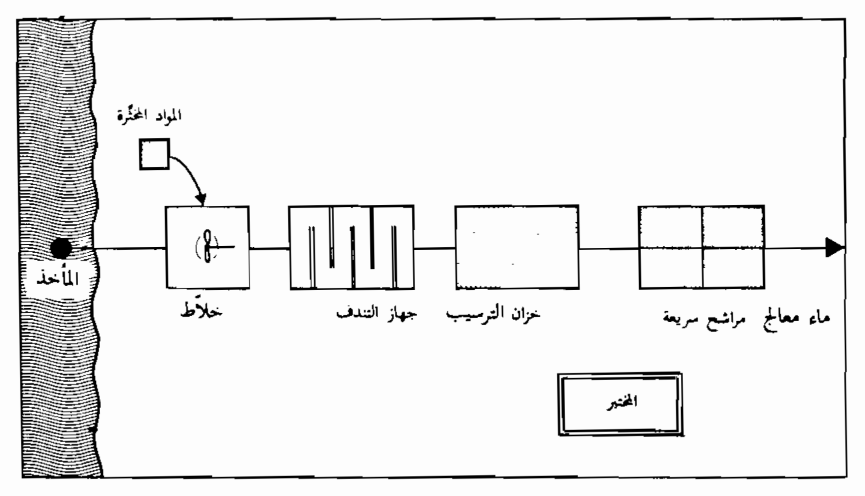
ان محطات المعالجة من نوع التخثير والترشيح الرملي السريع هي في العادة الأكثر تعقيداً بين المحطات المتاحة لمرافق مياه المجتمعات الصغيرة. وهي قادرة على معالجة المياه السطحية فائقة العكر. إذ يضبط العكر باضافة مواد مخثِّرة ، وبواسطة عمليات التندف flocculation والترسيب والترشيح خلال طبقة رملية. وفي الشكل ٦ تصوير تخطيطي لمحطة نمطية.

وتضاف المواد المخثِّرة بواسطة جهاز تغذية feeder وخلاّط mixer ، ولابد من التحقق من عملهما بكفاءة. وتتكوّن في جهاز التندف ندفات flocs كبيرة تترسب في خزان الترسيب الذي يليه. وإذا كانت عملية الترسيب هذه غير كاملة تحدث زيادة في التحميل overloading في عملية الترشيح اللاحقة. وكقاعدة عامة ، يكفل العكر الذي لا يتجاوز ١٠ من وحدات قياس الكدر NTU بعد الترسيب ، أن يكون الترشيح جيدا .

والمراجعة الكاملة للتحقق من عمل المراشح السريعة بطريقة صحيحة أمر معقد بعض الشيء ، ويتطلب معرفة فنية جيدة أو تدريباً شاملًا في استخدام مثل هذه الأجهزة. ولكن المراجعة السريعة الفعالة تتضمن قياس عكر الماء الذي يجري بعد مروره بالمرشح ؛ إذ من الضروري أن يتفق الماء الناتج مع قيمة دليلة قدرها ٥ من وحدات قياس الكدر .

ويتطلب تعقيد خطوات المعالجة مختبراً لمراقبة العملية يمكن بواسطته أداء بعض الفحوص

الشكل ٦ ـ تصوير تخطيطي لمحطة تخثير وترشيح رملي سريع



الأساسية. ويجب إتاحة الأجهزة والتسهيلات لإجراء اختبار المرطبان jar القياسي وبعض القياسات الكيميائية والفيزيائية ، مثل الرقم الهيدروجيني **pH** والعكر.

كما ينبغي للمفتش الصحي أن يستخدم الأجهزة المختبرية الموجودة في الموقع لمراجعة مدى التحكم في العكر في المحطة. وإذا لم توجد الأجهزة اللازمة لقياس العكر ، يجب أخذ عينة لفحصها في مختبر للمراقبة. وكذلك يجب أخذ عينات أيضاً للتحليل الجرثومي الذي يتم في مختبر المراقبة.

قائمة مراجعة خاصة بالتخثير والترشيح الرملي السريع

(أ) **التخثير/ الترسيب**

هل يقوم جهاز رش المُخثِّر بعمله على الوجه الصحيح؟ وهل جرعة المادة المخثرة مضبوطة بطريقة صحيحة؟

هل تبقى توريدات المواد المخثرة لحين وصول كمية جديدة منها؟

هل يعمل جهاز التندف بطريقة صحيحة؟

هل عكر الماء الذي يخرج من خزان التثفل أقل من ١٠ من وحدات قياس الكدر NTU؟

(ب) **الترشيح الرملي السريع**

هل عكر الماء النهائي الذي يخرج من المرشح أقل من ٥ من وحدات قياس الكدر NTU؟

هل تُحفظ سجلات لتواتر ومدة الغسل العكسي **backwashing** للمرشح؟

(ج) **مختبر مراقبة العملية**

هل ثمة تسهيلات في المحطة لإجراء اختبار المرطبان؟

هل ثمة أدوات في المحطة لقياس العكر؟

هل ثمة تسهيلات في المحطة لقياس الرقم الهيدروجيني **pH** ؟

هل تُحفظ سجلات في المحطة للتحاليل والاختبارات؟

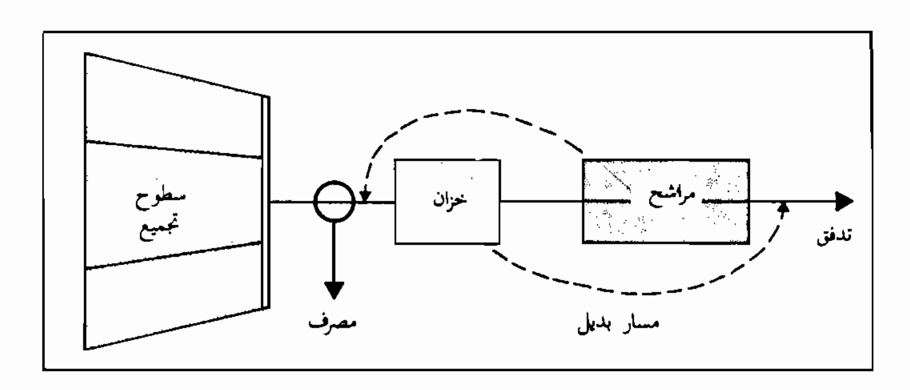
٢ ــ ٣ تجميع مياه الأمطار ومعالجتها

ليس من المطلوب دائماً معالجة مياه الأمطار ، وحيث يكون ذلك ضرورياً ، فإن المعالجة تكون سهلة لأن المياه نقية إلى حد ما. ولكن ، أثناء جريانها فوق سطوح التجميع يمكن أن

تتلوث بالقاذورات ، وحطام النبات ، وروث الطيور ، الخ. وحتى عندما تصرف المياه الجارية فوق سطح الأرض لتُلقى بعيداً ، فقد يحتوي الماء المجمَّع رغم ذلك على بعض الأجسام الصلبة الدقيقة.

هذا ويكفل الترشيح الرملي البطيء أو الترشيح السريع البسيط إزالة مثل هذه المواد. ويجري الماء عادة من خزان التخزين عبر المرشح إلى أنبوب التوزيع. والبديل لذلك أن يتم الترشيح قبل التخزين. ويبين الشكل ٧ رسماً تخطيطياً لجريان الماء.

الشكل ٧ ــ مخطط معالجة مياه الأمطار



قائمة مراجعة خاصة بمعالجة مياه الامطار

هل تعالج المياه بالترشيح الرملي السريع/ البطيء؟

هل عكر الماء المسحوب من المرشحة أقل من ٥ من وحدات قياس الكدر NTU؟

٣ ــ التطهير

إن أهمية تطهير إمدادات المياه في مكافحة التلوث الجرثومي غنية عن التوكيد. ومهما كانت نوعية المياه عند المصدر جيدة ، إلا أنها يمكن أن تتلوث أثناء التجميع ، أو التجهيز ، أو التخزين ، أو التوزيع. ومن شأن التطهير السليم لإمدادات المياه ، باستعمال الكلور في العادة ، الإقلال من مخاطر الأمراض المنقولة بالماء إلى أقصى حد.

أما العوامل المستخدمة في تطهير إمدادات المياه على أوسع نطاق فهي المنتوجات المسيّلة للكلور أو الكلور نفسه. ففي الأماكن التي لا يعتبر فيها مصدر المياه مأموناً أو محمياً ، يجب

بذل الجهود لإجراء التطهير بأسرع ما يمكن للإقلال من المخاطر الصحية إلى أقصى حد. ويجب التركيز أثناء التفتيش الصحي على الاستخدام المنتظم للمطهرات وعلى التأكد مما إذا كان التطهير يتم بطريقة سليمة. ويجب التثبت من وجود تركيز كافٍ للكلور المتبقي قبل انسياب المياه من المحطة.

ففي الحالات التي تستعمل فيها الآبار أو الينابيع كمصدر للمياه ، تتم الكلورة في البئر أو في غرفة التجميع نفسها ، إما باستخدام أجهزة على السطح تُفرغ في الماء ، أو أجهزة بسيطة موضوعة تحت الماء. وفي حالة الآبار المثقوبة ، تجرى عملية الكلورة عادة في أنابيب التدفق أو السحب ، أما في حالة مياه الأمطار أو المياه السطحية حيث يستخدم الترشيح البطيء أو السريع فتجرى الكلورة عادة بعد الترشيح (الكلورة اللاحقة post-chlorination).

وفي بعض الحالات يضاف الكلور حال دخول الماء إلى صهريج تخزين الماء. ومهما كانت الطريقة المستخدمة ، يجب أن يكون هناك اختلاط بين الكلور أو المادة المسيِّلة للكلور وبين الماء لمدة لا تقل عن ٣٠ دقيقة. وتعرّف مدة الاختلاط في هذا السياق بالفرق بين الوقت الذي يضاف فيه الكلور والوقت الذي يصل فيه الماء إلى أول مستهلك في شبكة التوزيع.

ويجب ألا يكتفي المفتش الصحي بمراجعة ما إذا كانت الكلورة قد أجريت فحسب ، بل عليه أن يعيّن أيضاً ما إذا كانت الكلورة متواصلة ، وما إذا كانت أجهزة تحديد الجرعات تعمل بطريقة سليمة. كما يجب أن يتحقق أيضا مما إذا كان هناك مخزون كافٍ من المركّب المسيِّل للكلور يبقى لحين وصول الكمية التالية منه. وبالإضافة إلى ذلك ، من الضروري التحقق من وجود وحدة مقارنة comparator unit لتحديد نسبة تركيز الكلور ، ومن أن هناك سجلات محفوظة للكلورة. ويوصى بأن تتضمن السجلات معطيات يومية على أقل تقدير.

قائمة مراجعة خاصة بالكلورة

هل كانت الكلورة تجرى وقت التفتيش؟

هل تجرى الكلورة بصورة مستمرة؟

هل تعمل أجهزة الكلورة بطريقة صحيحة؟

هل تبلغ مدة الاختلاط ٣٠ دقيقة أم أكثر؟

هل هناك احتياطي كافٍ من الكلور أو المادة المسيّلة للكلور يمكن أن يبقى لبعض الوقت؟

هل من وسيلة لتحديد إجمالي الكلور أو الكلور المتبقي في المياه المعالجة؟

هل تُحفظ سجلات يومية للكلورة؟

٤ ــ صهاريج التخزين

تستخدم صهاريج التخزين (الخزانات ، الأحواض) عادة في تخزين المياه لمواجهة فترات الطلب القصوى على شبكات تزويد المياه. ولكن هذه الصهاريج قد تكون أماكن صالحة لتوالد الكائنات المجهرية إن لم تكن هناك حماية كافية ضد التلوث الخارجي. وبالتالي ، على المفتش الصحي أن يبذل اهتماماً خاصاً لتوفير الحماية الكافية للصهاريج وضمان عدم وصول الناس والحيوانات وغيرها إلى داخلها بأي شكل من الأشكال.

ويجب أن يكون اتجاه منافذ المياه الفائضة أو التنظيف أو التهوية إلى أسفل لمنع دخول المطر ، وأن تكون محمية بشبكة منخلية لمنع دخول الطيور والحشرات والقوارض وغيرها. كما يجب أن يكون غطاء الصهريج محكماً في مكانه ومنحدراً لمنع دخول مياه الأمطار . وكذلك ينبغي وجود فتحة دخول للتفتيش ، وأن تكون محمية أيضاً ضد دخول الناس والحيوانات . وهذه التدابير الواقية موضحة في الشكل ٨.

قائمة مراجعة خاصة بصهاريج التخزين

هل يتضمن الصهريج فتحة دخول للتفتيش؟

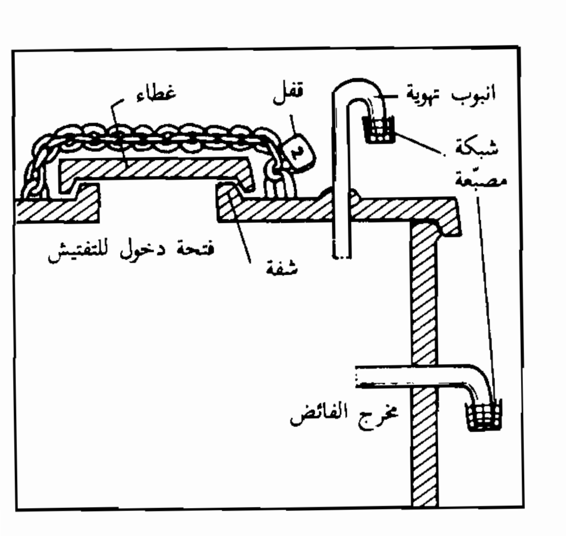
هل هذه الفتحة محمية بواسطة غطاء وقفل؟

هل اتجاه مخارج فتحات التهوية وأنابيب التدفق إلى أسفل؟

هل فتحات التهوية وأنابيب التدفق محمية بواسطة شبكات مصبّعة ؟

هل يُحال دون تسرب مياه المطر إلى الصهريج؟

الشكل ٨ ــ صهريج تخزين محمي



٥ ـ شبكات التوزيع

تعرّف شبكة التوزيع هنا بشبكة أنابيب تنقل المياه بواسطتها من محطات المياه إلى المستهلكين. ولسوء الحظ هناك طرق كثيرة تتعرض محطات المياه من خلالها للتلوث ولذلك ينبغي للمفتش الصحي أن يهتم بها اهتماماً خاصاً. ولكن قد تكون هذه المراجعة هي الأصعب بين كافة المراجعات إذ نادراً ما يتيسر الوصول إلى شبكة التوزيع أو رؤيتها.

ويجب فحص أهم أسباب التلوث أثناء التوزيع قبل البدء بالتفتيش الصحي. وفيما يلي بعض الارشادات الأساسية حول هذا الموضوع.

إن كانت هناك عيوب في الشبكة فإن الملوّثات ، بما في ذلك المخلفات السائلة ، تستطيع أن تتسرب إلى داخل الشبكة. وما دام الضغط موجبا داخل الأنابيب الرئيسية ، فلا ينتظر حدوث أي تلوث . ولكن أي انخفاض في ضغط الماء يزيد من مخاطر ارتشاح المياه المحتملة التلوث. وإذا وجدت الأدوات المناسبة ، يصبح من السهل نسبياً تحديد ما إذا كان هنالك تسرب جسيم أو لا. ولكن في معظم الحالات لا تتاح هذه الأدوات في مرافق المياه في المجتمعات الصغيرة ، وخاصة في المناطق الريفية. وفي هذه الحالات يتحتم على المفتش أن يبحث عن مؤشرات أخرى للتسرب ، مثل ، وجود ماء أو رطوبة على الأرضية ، أو نمو الطحالب على الجدران ، أو عدم انتظام الأرضية ، أو انقطاع المياه أو انخفاض الضغط في المباني المجاورة ، أو ذوبان الثلج أو الصقيع ، أو انخفاض غير عادي في مستويات الكلور المتبقي ، أو شكاوى المستهلكين من قذارة الماء ، أو وجود سجلات ضخ تدعو للشبهة،الخ.

ويمكن أيضاً اكتشاف الافتقار إلى ضغط الماء الكافي ، بالتحقق من انصباب المياه من الصنابير في مواقع متعددة من الشبكة. وبالإضافة إلى ذلك يجب استخدام مقياس ضغط لهذا الغرض. كما ان باستطاعة المستهلكين أيضاً أن يقدموا معلومات مفيدة حول ما إذا كانت الخدمة تنقطع أم لا.

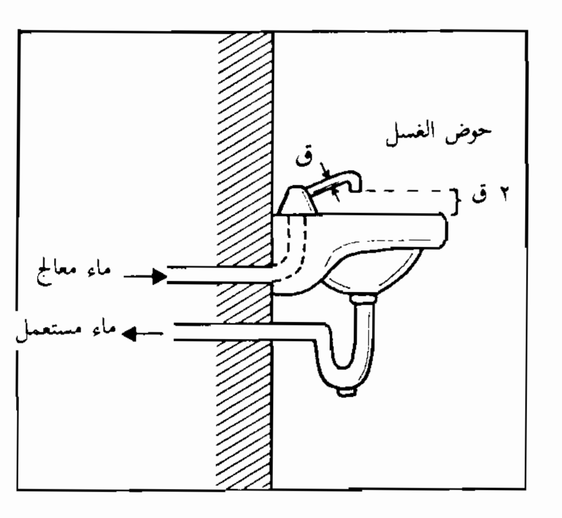
وقد تسبب وصلة متقاطعة cross-connection تلويث مياه الشرب ، سواءً كانت مؤقتة أو دائمة. وسبب التلوث الأكثر شيوعاً هو استعمال مياه غير معالجة من مصدر آخر لزيادة الإمداد. ففي كثير من محطات المياه يوجد أنبوب رئيسي يتخطى محطة المعالجة ويسمح بدخول الماء غير المعالج إلى الشبكة مباشرة ؛ وهذا ما يوجب التحقق من وجود مثل هذه الوصلات المتقاطعة.

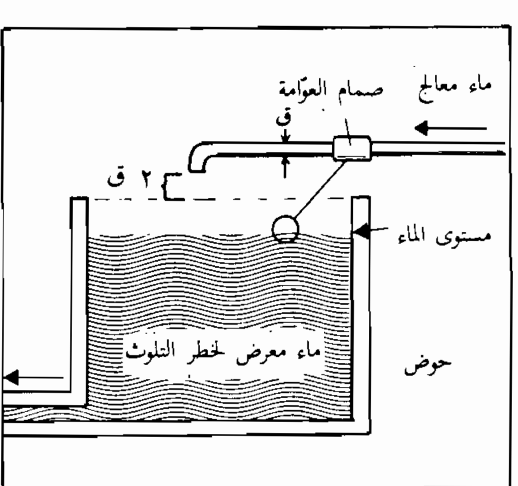
وليس نادرا الإخفاق في تطهير شبكات التوزيع أو أجزاء منها بعد القيام بتصليحات في الشبكة،ومن المحتمل أن يؤدي ذلك إلى أخطار وخيمة ، لأن من السهل جداً تلويث مثل

هذه الشبكات. وعلى المفتش الذي يقوم بالتحري أثناء التصليح أن يجري مراجعة فورية ، كما أن عليه أن يفحص السجلات التي تحتفظ بها هيئة مرفق المياه.

ومن شأن تحديد الكلور المتبقي في شبكة التوزيع أن يكمل التحاليل التي تجرى في محطة المعالجة. كما أن تحليل الكلور المتبقي ، الذي يجب أن يرافق دائماً أخذ العينات الجرثومية ، يفي أيضاً بغرض معرفة إن كان التطهير وافياً ، وإن كان قد تم بالفعل الحفاظ على مستوى الكلور المتبقي الضروري.

الشكل ٩ ـــ الوقاية ضد الدفق الارتدادي : يجب أن تكون المسافة بين منفذ وسطح الماء دائما ضعف قطر انبوب المنفذ على الأقل.





قائمة مراجعة خاصة بشبكات التوزيع

هل شبكة التوزيع خالية من التسرب؟

هل الضغط موجود بصورة مستمرة عبر الشبكة؟

هل توجد وصلات متقاطعة رديئة النوعية؟

هل جرى تطهير أنابيب رئيسية جديدة أو مصلّحة؟

هل الكلور المتبقي موجود في مختلف نقاط الشبكة؟

هل الشبكة خالية من مشاكل الدفق الارتدادي؟

هل هناك أية لوائح صحية متعلقة بالدفق الارتدادي ؟

ويعني الدفق الارتدادي back-siphonage تسرب الماء المستعمل (المخلفات السائلة) إلى شبكة التوزيع نتيجة لوصلة متقاطعة ، وللافتقار إلى ضغط كافٍ للماء في أنبوب رئيسي. وفي الشكل ٩ بيان بالأسباب الشائعة للدفق الارتدادي وتدابير الوقاية منه. ويمكن ضبط مثل هذه العيوب بالتطبيق الصحيح للوائح التركيبات الصحية التي يجب أن تَصِف بوضوح طرق التركيب.

٦ ــ عمال تشغيل مرافق المياه

يضطلع العاملون المسؤولون عن تشغيل وصيانة شبكة المياه بمسؤولية كبرى للحفاظ على صحة المستهلكين. ومع أنه قد يكون من الصعب في المدن الصغيرة العثور على عمال مناسبين تماماً ، فمن الضروري أن يكون الاشخاص المسؤولون عن المحطة وعن تشغيلها على خبرة كافية وتدريب مناسب . ولذلك ينبغي للمفتش الصحي أن يأخذ في الاعتبار كفاية التدريب وأيضاً طرائق إجراء العمليات المختلفة. وهذا يشمل أنشطة مثل غسل المراشح ، والكلورة ، والتحليل لتحديد الكلور المتبقي ، وتنظيف الصهاريج ، وتصليح شبكة الأنابيب الخ. ومن الناحية المثالية ، يجب على المفتش الصحي أيضاً ، أثناء زياراته ، أن يقدم النصح للعاملين بشأن الأداء الصحيح للعمليات المختلفة.

قائمة مراجعة بشأن القائمين بتشغيل مرفق المياه

ماهو المستوى المهني العام لرئيس المرفق؟

جامعي ☐ ثانوي ☐ ابتدائي ☐ غير ذلك ....

ما مستوى تدريب الرئيس فيما يتعلق بمعالجة الميـــــاه؟

جامعي ☐ معهد فني ☐ تدريب قصير ☐ لا شيء ☐

ما عدد سني خبرة الرئيس في معالجة المياه؟ ☐ سنوات

ما مدة عمل الرئيس في المرفق الحالي؟ ☐ سنوات

هل يعمل كل الوقت؟ نعم ☐ لا ☐

هل عدد العاملين المستخدمين حالياً كافٍ؟ نعم ☐ لا ☐

هل نوعية العاملين المستخدمين حالياً مناسبة؟ نعم ☐ لا ☐

ما هو المستوى الأكاديمي لرئيس المختبر (إن وجد)؟

جامعي ☐ ثانوي ☐ ابتدائي ☐ غير ذلك ....

٧ ــ استمارات التسجيل

على المفتش الصحي أن يعد استمارة أو جدولا يستطيع بواسطته أن يقيّم كل شبكة ويوجز نتائجه ، على أن يتم إعداد الاستمارة بمناسبة الزيارة الأولى ، وأن تبقى دون تغيير ما لم تطرأ تغيرات في المرفق ، مثال ذلك ، إذا عُدّل نوع المعالجة أو إذا اختيرت مصادر جديدة لتزويد الماء ، أو إذا تغير عدد العاملين أو نوعيتهم.

ويجب أن تتضمن الاستمارة بنودا مشتركة بين كافة الشبكات إلى جانب البنود التي تنطبق بالتحديد على الشبكة التي يجري تفتيشها. ويجب أن تكون البنود مما يجاب عليه بنعم أو لا ، وأن تصاغ بحيث تدل الإجابة بنعم على احتمال عدم وجود مشاكل ومخاطر صحية ، وبحيث توحي الإجابة بلا على احتمال وجود مشاكل يمكن التعرف عليها وذلك بمراجعة استمارة التسجيل بعد إتمام التفتيش الصحي. ويقترح أن تستند استمارات التسجيل على التصميم والمبادىء الموضحة في الشكل ١٠. ويجب أن يقوم المفتش الصحي بتعبئة استمارة التسجيل أثناء زيارته.

الشكل ١٠ ــ استمارة التسجيل الشاملة

برنامج مراقبة جودة المياه

(اسم الهيئة المسؤولة ....)

١ ــ معلومات عامة

١. الموقع ....

٢. اسم المرفق ....

٣. اسم الجهة التابع لها ....

٤. العنوان ....

الشكل ١٠ (تابع)

(أ) تقدم الخدمات للسكان بواسطة :

٥. توصيلات منزلية ☐☐☐☐☐

٦. نوافير عمومية للشرب ☐☐☐☐☐

٧. إجمالي العدد ☐☐☐☐☐

(ب) إجمالي انتاج الماء

٨. المتوسط اليومي ☐☐☐☐☐

٩. المتوسط السنوي ☐☐☐☐☐

١٠. الكمية غير معروفة ☐

(ج) تقييد إمدادات المياه خلال العام الماضي :

١١. عدد المرات ☐☐☐

١٢. العدد غير معروف ☐

٢ ــ مصادر المياه

(أ) المياه الجوفية

	نعم	لا
١٣. هل الجوار المباشر لنقطة السحب (البئر) خالٍ من أي مصدر محتمل للتلوث ؟	☐	☐

(ب) المياه السطحية

١٤. هل مأخذ المياه في موضع صحيح فيما يتعلق بمصبات التلوث؟	☐	☐
١٥. هل أنبوب مأخذ المياه مثبت بطريقة صحيحة من حيث العمق والبعد عن القاع؟	☐	☐
١٦. هل أنبوب مأخذ المياه متين ومثبت في مكانه؟	☐	☐
١٧. هل معدات مأخذ المياه تعمل بكفاءة؟	☐	☐

(ج) ميــاه الأمطـار

١٨. هل سطح مستجمع الأمطار خالٍ من الأعشاب والقاذورات؟	☐	☐
١٩. هل هناك مصارف لتحويل الجزء الأول من مياه الأمطار إلى مصرف الفضلات؟	☐	☐

الشكل ١٠ (تابع)

٣ ــ تجميع المياه ومعالجتها

(أ) الآبــار المحفــورة

	نعم	لا
٢٠. هل نظام رَفع المياه (الدِلاء والحبال ، الخ) بعيد عن متناول الناس والحيوانات والطيور والحشرات ، الخ؟ وهل يستحيل للمياه المسحوبة من البئر أن تسيل عائدة إلى البئر؟	☐	☐
٢١. هل هناك مصطبة كتيمة impermeable تحول دون تسرب المياه السطحية الى البئر؟ (وهذا أمر هام خصوصاً إذا كان هناك احتمال حدوث فيض محلي).	☐	☐

(ب) اليـنـــابيع

٢٢. هل هناك خندق لتحويل المياه السطحية؟	☐	☐
٢٣. هل غرفة التجميع مزودة بفتحة دخول للتفتيش؟	☐	☐
٢٤. هل هناك أنبوب للتصريف؟	☐	☐
٢٥. هل جميع الفتحات محمية ضد دخول الحيوانات ووصول الناس مباشرة إليها؟	☐	☐

(ج) الآبــار المثقوبة

٢٦. هل هناك مصطبة كتيمة وجص grouting كافٍ محيط بغلاف المضخة الخارجي لمنع تسرب المياه السطحية؟	☐	☐
٢٧. هل يمتد الغلاف الخارجي للبئر إلى مسافة ٣٠ سم فوق المصطبة؟ وهل هو سليم	☐	☐
٢٨. هل يمتد الغلاف الخارجي للبئر الى مسافة ٣ امتار تحت سطح الأرض؟ وهل هو سليم؟	☐	☐
٢٩. هل يتم تصريف المنطقة المحيطة برأس المضخة بعيداً عنها؟	☐	☐

(د) قـنـوات الرشـــح

٣٠. هل للقناة فتحة دخول للتفتيش؟	☐	☐
٣١. هل فتحة الدخول محمية بغطاء وقفل؟	☐	☐

الشكل ١٠ (تابع)

	نعم	لا
٣٢. هل هناك مصطبة كتيمة تحول دون تسرب المياه السطحية؟	☐	☐
٣٣. هل يمتد الغلاف الخارجي مسافة ٣٠ سم فوق المصطبة؟ وهل هو سليم؟	☐	☐
٣٤. هل يصل الغلاف الخارجي إلى مسافة ثلاثة أمتار على الأقل تحت الأرض؟ وهل هو سليم؟	☐	☐
٣٥. هل المنطقة المحيطة برأس المضخة تصرف مياهها بعيدا بشكل مأمون؟	☐	☐

(هـ) الترشيح الرملي البطيء

	نعم	لا
٣٦. هل عكر المياه الجارية إلى المرشح الرملي البطيء أقل من ١٥ من وحدات قياس الكدر NTU؟	☐	☐
٣٧. هل عكر المياه المسحوبة من المرشح الرملي البطيء أقل من ٥ وحدات قياس الكدر NTU؟	☐	☐

(و) التخثير/ الترسيب

	نعم	لا
٣٨. هل يقوم جهاز رش المخثّر بعمله على الوجه الصحيح؟ وهل جرعة المادة المخثرة مضبوطة بطريقة صحيحة؟	☐	☐
٣٩. هل تبقى توريدات المواد المخثرة لحين وصول كمية جديدة منها؟	☐	☐
٤٠. هل يعمل جهاز التندف بطريقة صحيحة؟	☐	☐
٤١. هل عكر الماء الخارج من خزان الترسيب أقل من ١٠ من وحدات قياس الكدر NTU؟	☐	☐

(ز) الترشيح الرملي السريع

	نعم	لا
٤٢. هل عكر الماء الخارج من المرشح أقل من ٥ من وحدات قياس الكدر NTU؟	☐	☐
٤٣. هل تحفظ سجلات لتواتر ومدة الغسيل العكسي backwashing للمرشح؟	☐	☐

الشكل ١٠ (تابع)

	نعم	لا
(ح) مختبر مراقبة العملية		
٤٤. هل هناك تسهيلات في المحطة لإجراء اختبار المرطبان jar؟	☐	☐
٤٥. هل هناك أدوات في المحطة لقياس العكر؟	☐	☐
٤٦. هل هناك أدوات في المحطة لقياس الرقم الهيدروجيني pH؟	☐	☐
٤٧. هل تحفظ سجلات في المحطة للتحاليل والاختبارات؟	☐	☐
(ط) معالجة مياه الامطار		
٤٨. هل تعالج المياه بالترشيح الرملي السريع/ البطيء؟	☐	☐
٤٩. هل عكر الماء المسحوب من المرشحة أقل من ٥ من وحدات قياس الكدر NTU؟	☐	☐
٤ ــ التطهير		
٥٠. هل تجرى الكلورة وقت التفتيش؟	☐	☐
٥١. هل تجرى الكلورة بصورة متواصلة؟	☐	☐
٥٢. هل تعمل أجهزة الكلورة بطريقة صحيحة؟	☐	☐
٥٣. هل مدة الاختلاط ٣٠ دقيقة أو أكثر؟	☐	☐
٥٤. هل هناك احتياطي كافٍ من الكلور أو المادة المسيِّلة للكلور يبقى لبعض الوقت؟	☐	☐
٥٥. هل من وسيلة لتحديد إجمالي الكلور أو الكلور المتبقي في المياه المعالجة؟	☐	☐
٥٦. هل تحفظ سجلات يومية للكلورة؟	☐	☐
٥ ــ صهاريج التخزين		
٥٧. هل يتضمن الصهريج فتحة دخول للتفتيش؟	☐	☐
٥٨. هل هذه الفتحة محمية بواسطة غطاء وقفل؟	☐	☐
٥٩. هل تتجه مخارج فتحات التهوية وأنابيب التدفق إلى أسفل؟	☐	☐

الشكل ١٠ (تابع)

	نعم	لا
٦٠. هل فتحات التهوية وأنابيب التدفق محمية بواسطة شبكات مصبّعة grilles؟	☐	☐
٦١. هل يحال دون تسرب مياه المطر الى الصهريج؟	☐	☐

٦ ــ شبكات التوزيع

٦٢. هل شبكة التوزيع خالية من التسرب؟	☐	☐
٦٣. هل يوجد الضغط في الشبكة بصورة مستمرة؟	☐	☐
٦٤. هل توجد وصلات متقاطعة رديئة النوعية؟	☐	☐
٦٥. هل جرى تطهير أنابيب رئيسية جديدة أو مصلَّحة؟	☐	☐
٦٦. هل الكلور المتبقي موجود في نقاط الشبكة المختلفة؟	☐	☐
٦٧. هل الشبكة خالية من مشاكل الدفق الارتدادي؟	☐	☐
٦٨. هل هناك لوائح صحية متعلقة بالدفق الارتدادي؟	☐	☐

٧ ــ القائمون على تشغيل مرافق المياه

٦٩. هل المستوى المهني العام لرئيس المرفق :

جامعي ☐ ثانوي ☐ ابتدائي ☐ غير ذلك ....

٧٠. هل مستوى تدريب رئيس المرفق فيما يتعلق بمعالجة المياه :

جامعي ☐ معهد فني ☐ تدريب قصير ☐ لا شيء ☐

٧١. ما عدد سني خبرة الرئيس في معالجة المياه؟ ☐ سنوات

٧٢. ما مدة عمل الرئيس في المرفق الحالي؟ ☐ سنوات

٧٣. هل يعمل كل الوقت؟ نعم ☐ لا ☐

٧٤. هل عدد المستخدمين حاليا كاف؟ نعم ☐ لا ☐

٧٥. هل نوعية المستخدمين حالياً مناسبة؟ نعم ☐ لا ☐

٧٦. ما هو المستوى الأكاديمي لرئيس المختبر (إن وجد)؟

جامعي ☐ ثانوي ☐ ابتدائي ☐ غير ذلك ....

الشكل ١٠ (تابع)

٨ ــ ملاحظـــات المســتهلكين

٧٧. كانت الشكاوى والتعليقات الرئيسية هي :

(١) ....

(٢) ....

(٣) ....

٩ ــ التدابير الإصلاحية

٧٨. الإصلاحات الإلزامية بترتيب الأسبقية :

(١) ....

(٢) ....

(٣) ....

٧٩. التحسينات المقترحة

(١) ....

(٢) ....

(٣) ....

١٠ ــ العلاقة بتفتيش سابق

٨٠. تاريخ التفتيش السـابق يوم ☐ شهر ☐ سنة ☐

٨١. هل تم إجراء التدابير الإصلاحية المقترحة في تلك الاثناء؟ نعم ☐ لا ☐

٨٢. ما هي التدابير الإصلاحية التي لم تجر؟

(١) ....

(٢) ....

(٣) ....

١١ ــ إتمام التفتيش الحالي

٨٣. تاريخ التفتيش يوم ☐ شهر ☐ سنة ☐

٨٤. اسم المفتش ....

٨٥. اسم المشرف ....

٨٦. ملاحظـــات :

(١) ....

(٢) ....

(٣) ....

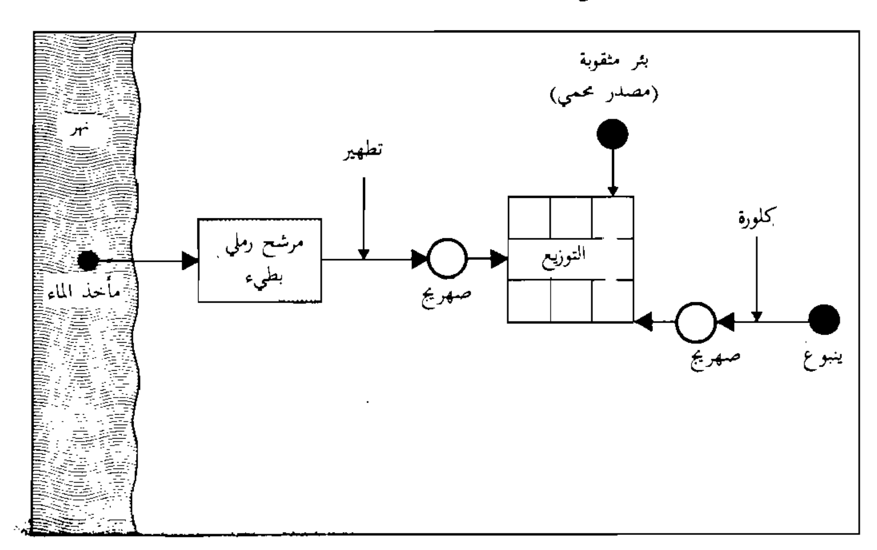
إن افضل طريقة لتوضيح كيفية تحضير استمارات تسجيل معينة لكل مرفق مياه هي بإعطاء مثال على ذلك. ولهذا الغرض نعرض فيما يلي حالة تعمدنا أن تكون معقدة ، وهي تتعلق بمرفق مياه خاص بمجتمع ريفي كبير إلى حد ما ، حيث تستقي المياه من ثلاثة مصادر مختلفة: أي من نهر وينبوع وبئر مثقوبة drilled well.

وتعالج مياه النهر بواسطة مرشح رملي بطيء (بدون ترسيب سابق) تنساب بعدها المياه إلى صهريج تخزين يغذي شبكة التوزيع. وتخزن أيضاً المياه الآتية من الينبوع في صهريج ومنه إلى شبكة التوزيع. ومن ناحية أخرى تُضخ مياه البئر المثقوبة مباشرة إلى الشبكة. وتوجد أجهزة متاحة لكلورة المياه المستمدة من النهر والينبوع؛ في حين تضخ مياه البئر المثقوبة إلى الشبكة بدون كلورة.

وللمرفق رئيس وعامل تحت إشرافه ، وليس به مختبر.

ويبين الشكل ١١ مخطط سير العمل flow scheme بهذا المرفق. أما الأسئلة المتعلقة بالتفتيش الصحي والتي اختيرت من استمارة التسجيل الشاملة (الشكل ١٠) فيشار إليها بالأرقام المبينة في الشكل ١٢.

الشكل ١١ ــ مثال لمرفق مياه عمومية



الشكل ١٢ ــ مثال لاستمارة تسجيل لمرفق المياه
المعروض في الشكل ١١ وتشير الأرقام إلى الاسئلة
المذكورة في استمارة التسجيل الشاملة (الشكل ١٠)

أ ــ معلومات عامة (القسم ١)
الأسئلة ١ ــ ١٢

ب ــ مصادر المياه ومعالجتها (الأقسام ٢ ــ ٥)
(أ) مأخذ الماء من النهر
الأسئلة ١٤ ــ ١٧ ، ٣٦ ــ ٣٧ ، ٥٠ ــ ٥٦ ، ٥٧ ــ ٦١
(ب) تجميع مياه الينابيع
الأسئلة ١٣ ، ٢٢ ــ ٢٥ ، ٥٠ ــ ٥٦ ، ٥٧ ــ ٦١
(ج) البئر المثقوبة
الأسئلة ١٣ ، ٢٦ ــ ٢٩ (ملحوظة: لا كلورة)

ج ــ شبكة التوزيع (القسم ٦)
الأسئلة ٦٢ ــ ٦٨

د ــ القائمون على تشغيل مرافق المياه (القسم ٧)
الأسئلة ٦٩ ــ ٧٥

هـ ــ ملاحظات المستهلكين (القسم ٨)
السؤال ٧٧

و ــ التدابير الإصلاحية (القسم ٩)
السؤالان ٧٨ ــ ٧٩

ز ــ العلاقة بتفتيش سابق (القسم ١٠)
الأسئلة ٨٠ ــ ٨٢

ح ــ إتمام التفتيش الحالي (القسم ١١)
الأسئلة ٨٣ ــ ٨٦

الملحق ٣

جمع عينات المياه للفحص للأحياء المجهرية

قد يبدو جمع العينات أمرا سهلا ، ولكن قد تحدث أثناء ذلك بعض الأخطاء. لذلك يتطلب جمع العينات عناية خاصة. وربما تنشأ كذلك مشاكل لا دخل لها بطريقة الاعتيان sampling. ومالم تكن العينات التي يتم جمعها صالحة ، فان العمل الدقيق الذي يؤدَّى في التحليل اللاحق قد يكون مضيعة تامة للوقت.

ويمكن تقسيم المياه لأغراض الاعتيان إلى ثلاثة أنواع رئيسية :

١ ــ ماء من صنبور في شبكة توزيع ، أو من مضخة يدوية ثابتة ، الخ ؛

٢ ــ ماء من مجرى ماء أو صهريج (نهر ، بحيرة ، خزان) ؛

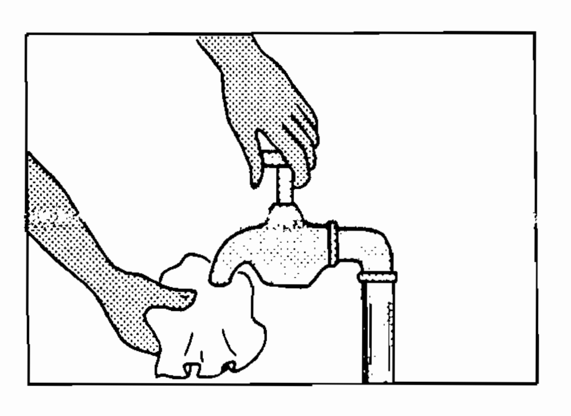
٣ ــ ماء من بئر محفورة ، الخ ، حيث تكون عملية الاعتيان أصعب من الاعتيان من مصدر مياه مكشوفة.

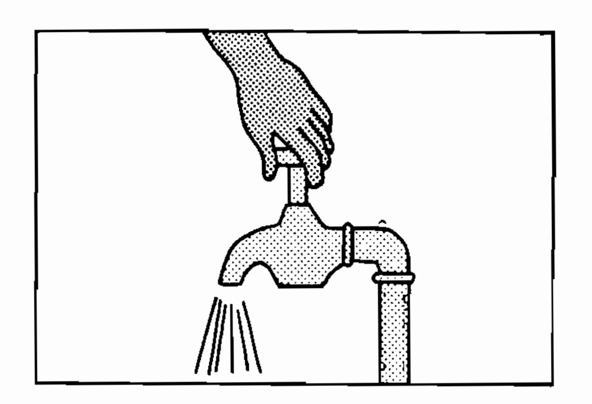
١ ــ الاعتيان من صنبور أو فتحة مضخة

الخطوات الواجب اتباعها في عملية الاعتيان من صنبور أو فتحة مضخة هي مايلي على التوالي :

أ ــ نظف الصنبور

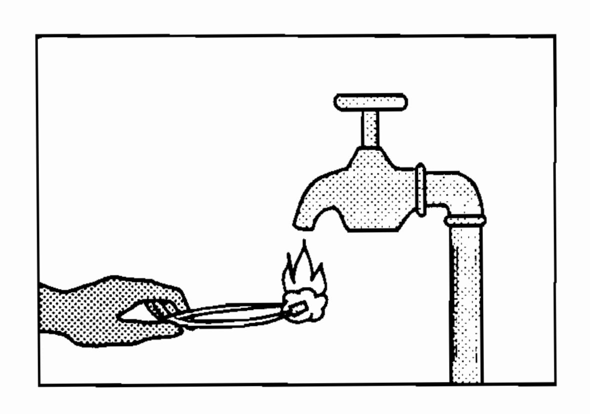
إفصل أية أجزاء ملحقة بالصنبور قد تسبب رشاشاً . وامسح الفتحة ، باستخدام قطعة قماش نظيفة ، لإزالة ما عليها من أقذار.





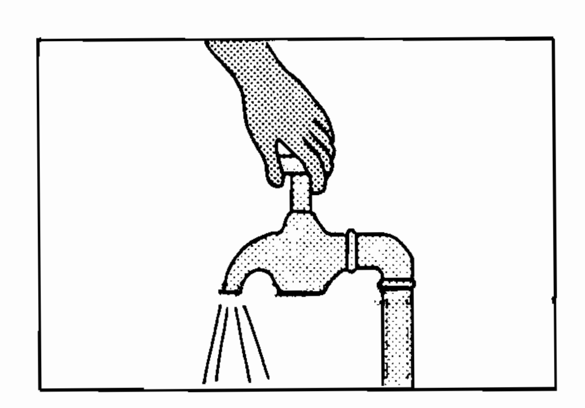
ب ـــ افتح الصنبور

أدر مفتاح الصنبور إلى أقصاه ، ودع الماء يتدفق لمدة دقيقة إلى دقيقتين.



ج ـــ عقّم فوهة الصنبور

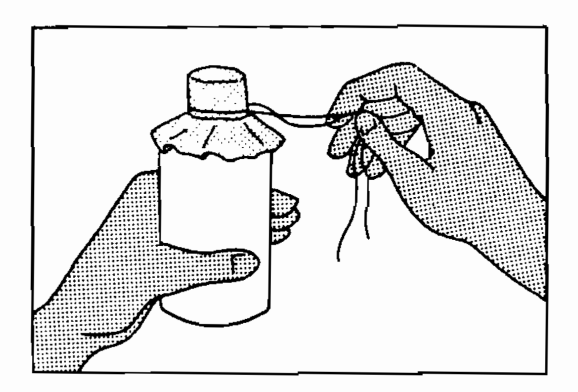
عقم فوهة الصنبور لمدة دقيقة باستخدام لهب من قطعة قطن مبللة بالكحول . وكبديل لذلك يمكن استخدام مشعل غازي أو قدّاحة.



د ـــ افتح الصنبور قبل الاعتيان

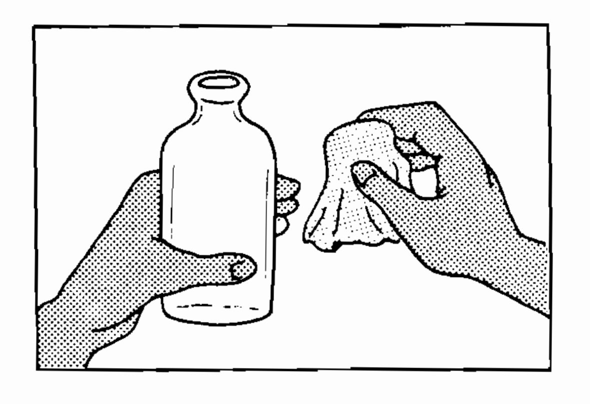
أدر مفتاح الصنبور ودع الماء يجري لمدة دقيقة إلى دقيقتين بمعدل تدفق معتدل.

هـ ــ افتح زجاجة معقمة



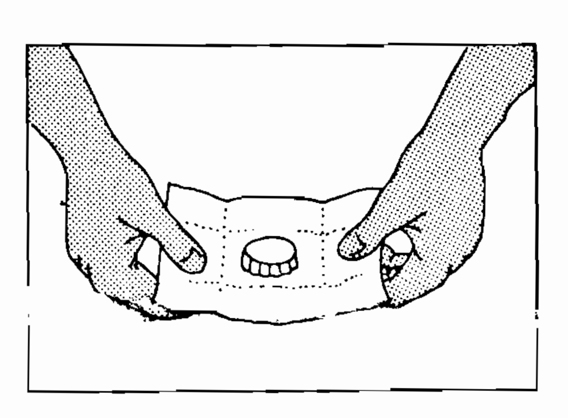
(أ) الطريقة النموذجية:

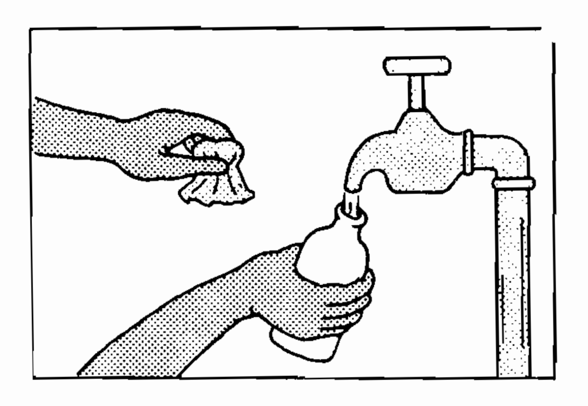
فك الخيط الذي يثبّت غطاء الورق البني الواقي وانزع السدادة أو فُكّ لولبها.



(ب) طريقة تثبيت الغطاء الآلية :

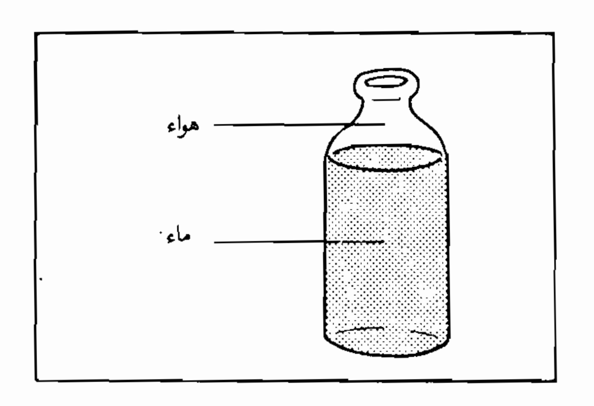
حل الخيط المربوط حول غطاء الورق البني الواقي وانزع الغطاء ، بينما يَفتح المساعد اللفافة التي تضم الغطاء المعقم.



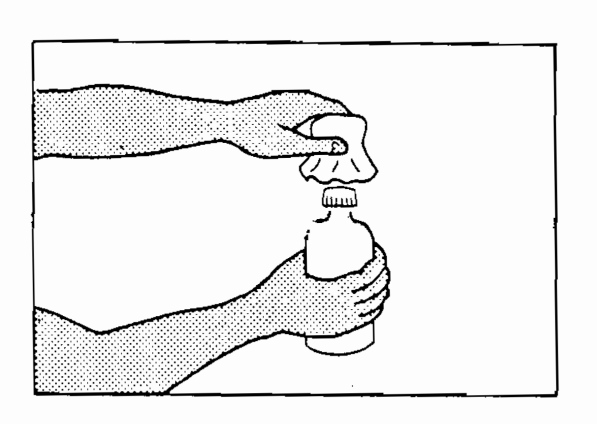


و ــ إملأ الزجاجة

بينما أنت مُمسك بغطاء الزجاجة والغطاء الواقي متجهين إلى أسفل (لمنع دخول الغبار الذي قد يكون ملوثا) ، إقبض على الزجاجة فوراً وضعها تحت الماء المتدفق واملأها.



يجب ترك حيّز صغير للهواء لتسهيل الرّج أثناء التلقيح الذي يسبق التحليل.



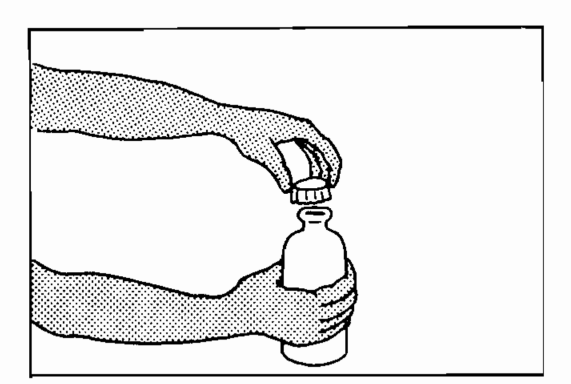
ز ــ ضع سدادة أو غطاء الزجاجة

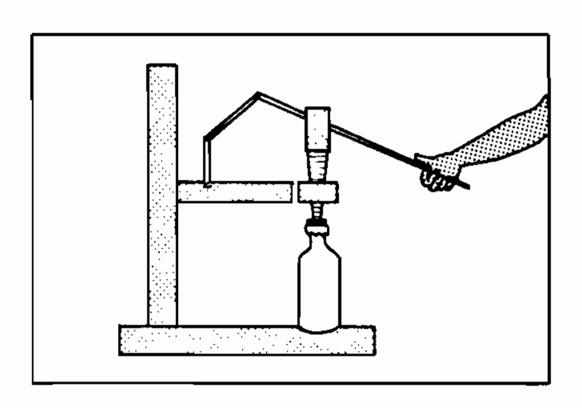
(أ) **الطريقة النموذجية** :

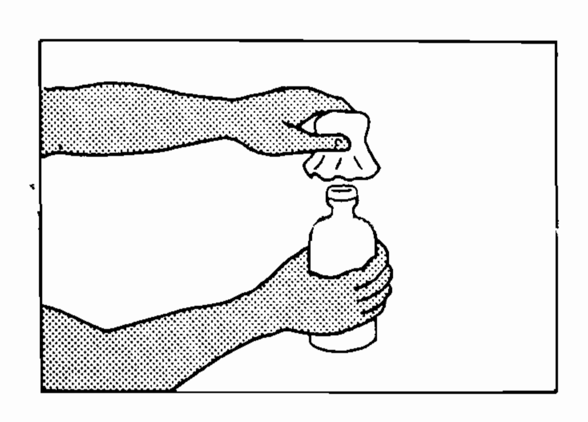
ضع السدادة في الزجاجة أو ابرم الغطاء وثبت غطاء الورق البني الواقي في مكانه بواسطة الخيط.

(ب) طريقة تثبيت الغطاء الآلية :

ضع غطاء الزجاجة في مكانه ثم ثبته باستخدام آلة تثبيت الغطاء. اربط غطاء الورق البنيّ الواقي بواسطة الخيط.





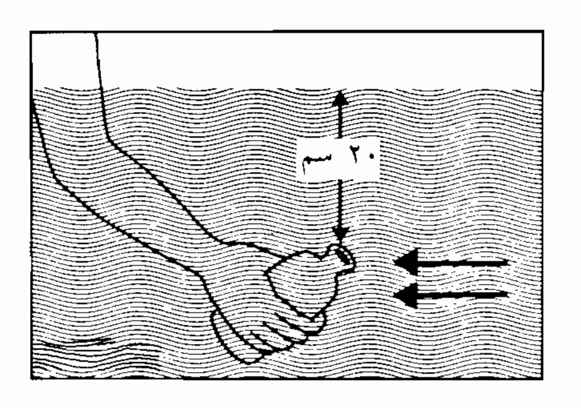


٢ ــ الاعتيان من مجرى ماء أو صهريج

افتح الزجاجة المعقمة حسب الطرائق الموضحة في القسم ١ ، **الصفحة** ٨٤.

أ ــ إملأ الزجاجة

إمسك الزجاجة من جزئها السفلي وغطُسها في الماء لعمق ٢٠سم تقريباً مُوجِّها فتحتها قليلا إلى أعلى؛ وفي حالة وجود تيار توجّه فتحة الزجاجة مقابل التيار.

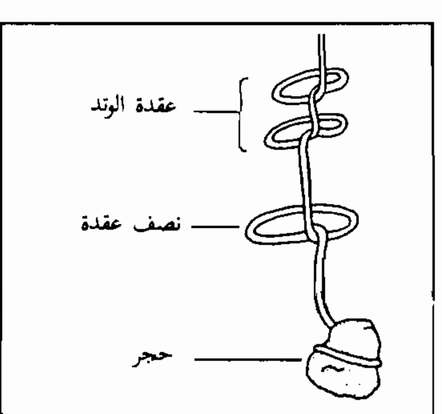


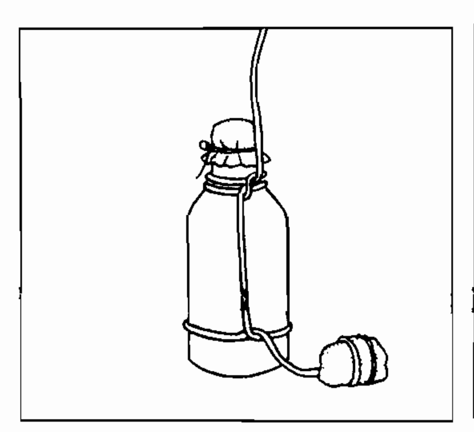
وحينئذ تسد الزجاجة أو تغطى كما وصف سابقاً (الصفحة ٨٤).

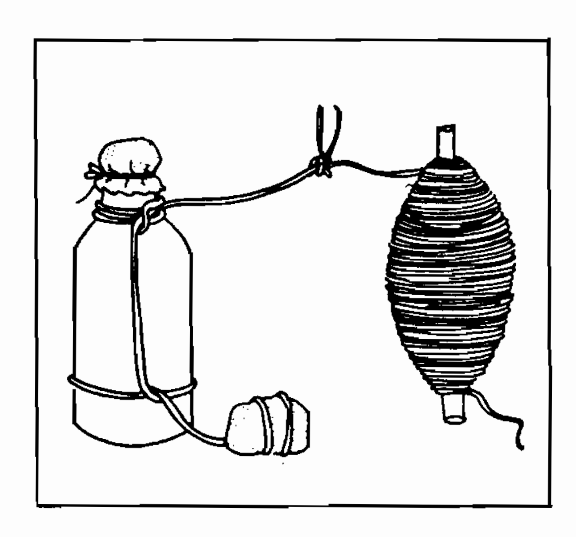
٣ ــ الاعتيان من آبار محفورة وما يماثلها من المصادر

أ ــ هيّء الزجاجة

اربط حجراً ذا حجم مناسب إلى زجاجة العينة بواسطة خيط.

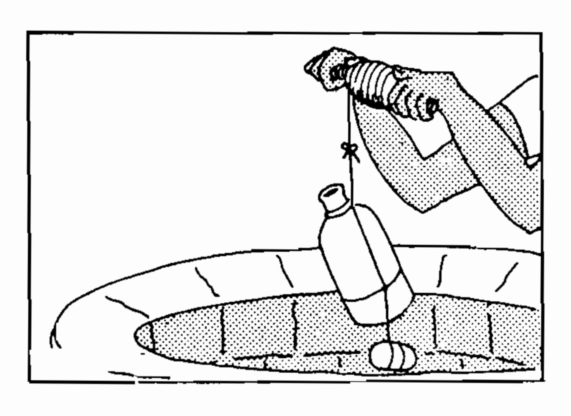






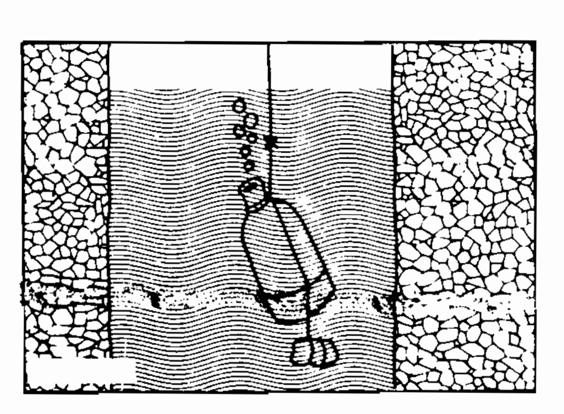
ب ــ اربط الزجاجة بخيط

خذ خيطا طوله ٢٠ مترا ملفوفاً حول عود واربطه بخيط الزجاجة ، ثم افتح الزجاجة كما هو موضح في القسم ١ (الصفحة ٨٤).



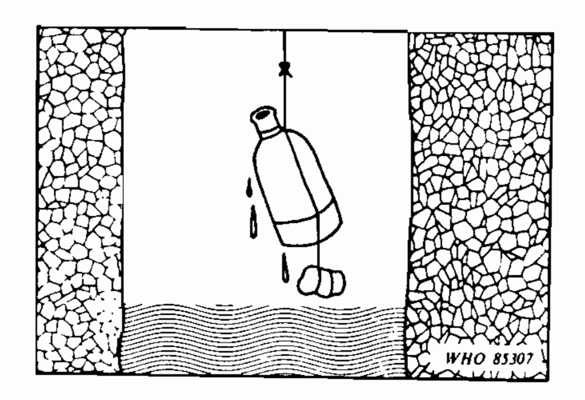
ج ــ دلّي الزجاجة

دلّي الزجاجة ، مثقلّة بالحجر ، وحلّ الخيط ببطء. لا تدع الزجاجة تمس جوانب البئر.



د ــ املأ الزجاجة

غطسّ الزجاجة كلها في الماء ودلّها إلى قاع البئر.



هـ ــ ارفع الزجاجة

عند امتلاء الزجاجة ، لف الخيط حول العود لتسحب الزجاجة. **لا تترك الزجاجة ممتلئة تماماً ولكن اسكب قليلا من الماء لتترك حيزاً للهواء.**

سد الزجاجة أو غطها كما هو موضح سابقاً (الصفحة ٨٥).

الملحــق ٤

الاختبارات الميدانية للتحليل الجرثومي

من المفضل إجراء التحليل الجرثومي في مختبر مجهز بتسهيلات أساسية على الأقل. فإذا لم يكن بالإمكان فحص العينات في مختبر خلال ٢٤ ساعة تقريباً (كما قد يحدث في حالة المناطق أو القرى النائية) ، يمكن استخدام أجهزة قابلة للحمل تركّب في مركز صحي أو مدرسة أو مبنى مماثل. وتكون هذه التحريات الميدانية ملائمة عند إجراء استقصاءات لمياه الشرب تستمر عدة أيام في مناطق تفتقر إلى مختبرات مناسبة للأحياء المجهرية أو في الاماكن التي تكون إمدادات الكهرباء فيها غير كافية. وبالنظر للصعوبات التي كثيراً ما **تبرز فيما** يتعلق بوسائل النقل في المناطق النائية ، فإن ذلك يقتضي خفض كميات المعدات المختبرية إلى الحد الأدنى. وقد يحد هذا من عدد معالم parameters جودة المياه التي يمكن قياسها. ففي حالة إمدادات المياه غير المكلورة ، يحتاج الأمر في العادة إلى قياس القولونيات الغائطية فحسب. ولكن يجب أن تؤخذ في الاعتبار مقاييس إجمالي القولونيات والقولونيات الغائطية في حالة مصادر المياه المكلورة ، بالإضافة إلى تعيين نسبة الكلور المتبقي. ويمكن استعمال طريقة الأنابيب المتعددة (MT) أو طريقة الترشيح **الغشائي (MF) في التحليل.**

ويجب إجراء الفحص الجرثومي في نفس الوقت مع التفتيش الصحي. فحينئذ تساعد نتائج الفحص الجرثومي في تلك الظروف على إثبات نتائج التفتيش الصحي ، كما تساعد على تحديد الأولويات للتدابير الاصلاحية.

١ ــ التجهيزات المختبرية الاساسية

في حالة المناطق النائية حيث يندر إجراء التحاليل الجرثومية ، يستحسن إعداد مختبر صغير يحتوي على أجهزة أساسية في قرية قريبة داخل منطقة الدراسة.

ويجب ، في العادة ، إحضار مستنبتات media ومواد أخرى معقمة من مختبر إقليمي بدلا من تحضيرها محلياً. ولكن إن كانت التسهيلات المحلية كافية ، يجب الحصول على المواد والأجهزة اللازمة لعمل المستنبتات مثل آنية الطهي الضغطية pressure cooker ، وطبق التسخين ، ومقادير محدودة موزونة سلفاً من المستنبتات المجففة.

١ ــ ١ طريقة الأنابيب المتعددة

التجهيزات الأساسية التالية لازمة لطريقة الأنابيب المتعددة :

(أ) حمام مائي صغير تضبط فيه الحرارة عند ٣٥° أو ٣٧° ± ٥ر.°س و ٤٤° + ٥ر.°س ؛

(ب) أنابيب معقمة سلفاً تحتوي على مستنبتات مزدوجة القوة ومنفردة القوّة ذات تركيب مختار ، وتتضمن أنابيب دورهام ؛

(ج) رفوف أنابيب اختبار ؛

(د) ممصات معقمة سلفاً ؛

(هـ) زجاجات عينات معقمة.

١ ــ ٢ طريقة الترشيح الغشائي

تحتاج هذه الطريقة إلى التجهيزات الأساسية التالية:

(أ) حمام مائي صغير أو حاضنة تضبط فيها الحرارة عند ٣٥° أو ٣٧° ± ٥ر.°س و٤٤°س ± ٥ر.°س ؛

(ب) وحدة ترشيح غشائي ؛

(ج) مراشح غشائية معقمة ؛

(د) أطباق بتري معقمة ومعها رفائد pads ماصة ؛

(هـ) أمبولات مستنبتات أو زجاجات تحتوي على مَرَق معقم سلفاً ذي تركيب مختار ؛

(و) مشعل غازي أو إيتانول للاشعال ؛

(ز) ممصات وملاقط معقمة سلفاً ؛

(ح) أكياس بلاستك غير منفذة للماء (في حالة استخدام حمام مائي) ؛

(ط) زجاجات عينات معقمة.

٢ ــ طرائق الاختبارات الميدانية

في المناطق التي لا تتوفر فيها الكهرباء ، أو التي تتوفر فيها دورياً ، يجب اتباع منهجية بديلة لإجراء التحليل الجرثومي كجزء من الاستقصاءات الميدانية . والطرائق التالية هي من البدائل المتاحة :

(آ) طريقة الحضانة الآجلة delayed-incubation؛
(ب) طريقة الأنابيب المتعددة MT لفحص القولونيات الغائطية ، تعديل ميداني (انظر الملحق ٥) ؛
(ج) طريقة الترشيح الغشائي MF ، تعديل ميداني (انظر الملحق ٦).

٢ ــ ١ طريقة الحضانة الآجلة

٢ ــ ١ ــ ١ المبدأ الأساسي

يمكن استخدام الحضانة الآجلة عندما تكون المسافة بين مكان الاعتيان والمختبر بعيدة جداً بحيث لا تسمح بإجراء الفحوص اللازمة في المختبر خلال ٢٤ ساعة بعد جمع العينة ، وكذلك في الحالات التي لا تتاح فيها حاضنة ميدانية. وفي هذه الطريقة ترشح العينة في الميدان ويوضع المرشح فوق رفادة pad مشبعة بوسط حافظ holding medium (وسط انتقال) . إن هذا يحفظ الجراثيم حية ويوقف النمو المرئي للجراثيم لغاية ٧٢ ساعة. واذا وضعت المراشح في حاويات متينة أو في غلاف مبطّن جيداً ، يمكن إرسالها إلى المختبر بالبريد أو بوسائل النقل الأخرى. ويجب تجنب درجات الحرارة والبرودة القصوى أثناء النقل ؛ فاذا تعرضت المراشح لدرجة حرارة عالية قد يحدث بعض النمو المرئي على سطح الوسط الحافظ.

وهناك أوساط حافظة متاحة لإجمالي القولونيات والقولونيات الغائطية على التوالي. ومن **أمثلتها الوسط الحافظ LES MF لفحص إجمالي القولونيات والقولونيات الغائطية ، والوسط الحافظ M-VFC لفحص القولونيات الغائطية. وقد تبين أن الوسط الحافظ الخاص بإجمالي القولونيات يمكن استخدامه أيضاً لفحص القولونيات الغائطية ؛ ولكن تجدر الإشارة إلى أنه في حالة اتباع هذا الاجراء تلاحظ تغيرات طفيفة في لون مستعمرات القولونيات.**

٢ ــ ١ ــ ٢ التجهيزات والمواد

هنالك حاجة إلى التجهيزات والمواد التالية :

(أ) وحدة ترشيح ميدانية (فيما يتعلق بمتطلبات التعقيم انظر الملحق ٦) ؛
(ب) محقنة syringe للمص ؛
(ج) أطباق بتري ذات أغطية محكمة ، ورفائد pads ماصة ؛
(د) أوساط حافظة معقمة محّضرة سلفاً ؛

(هـ) ممصات معقمة سلفاً ؛

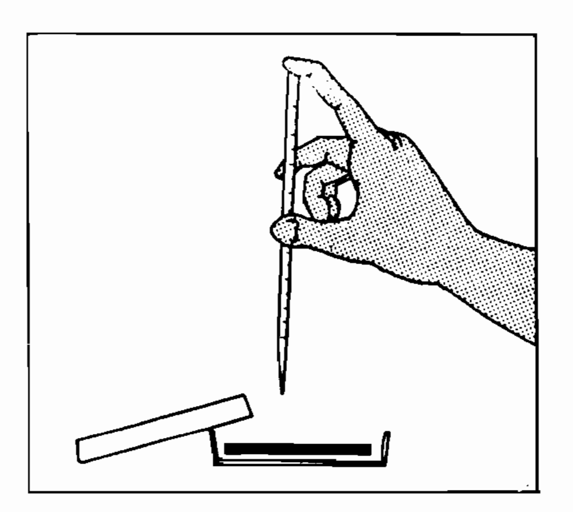
(و) ملاقط معقمة ؛

(ز) مشعل غازي أو إيتانول للاشعال ؛

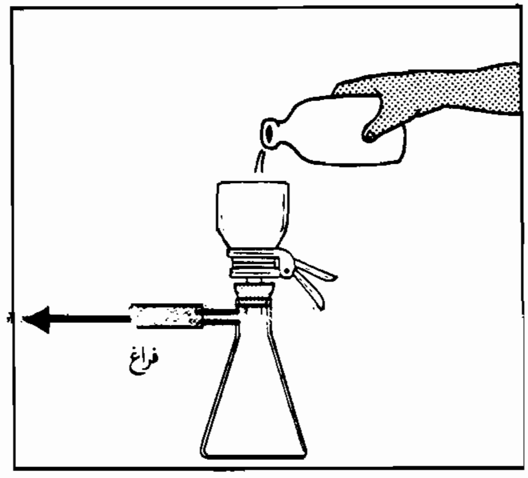
(ح) زجاجات عينات معقمة (لا حاجة لها في وجود كوب اعتيان قابل للتعقيم).

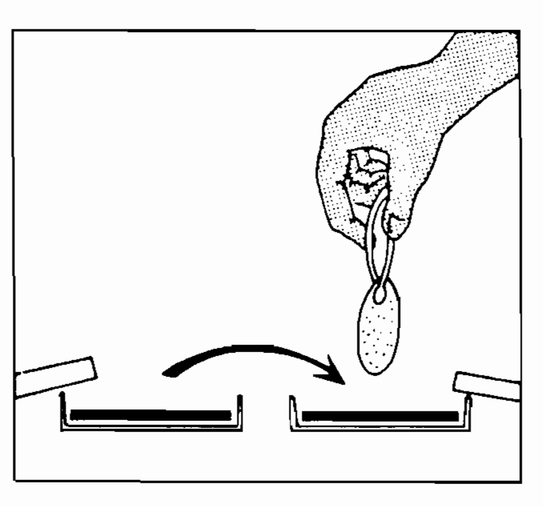
٢ ــ ١ ــ ٣ الطريقة

أ ــ مُص الوسط الحافظ المعقم وضعه في طبق بتري يحتوي على رفادة امتصاص معقمة. انتظر لحين تشبّع الرفادة تماماً وصب الوسط الفائض من الطبق.



ب ــ رشّح ١٠٠ ميليلتر من ماء العينة خلال مرشح غشائي معقم في وحدة الترشيح المعقمة.





ج ــ افصل وحدة الترشيح ، وباستعمال الملقط ، ضع المرشح الغشائي (وجانبه الشبكي إلى أعلى) على رفادة الامتصاص المشبعة سلفاً في طبق بتري. تأكد من عدم احتجاز فقاقيع هوائية بين الرافدة والمرشح. ضع طبق بتري في حاوية مناسبة لنقله إلى المختبر (يجب ألا يستغرق ذلك أكثر من ٧٢ ساعة). وإذا أرسل طبق بتري بالبريد ، يجب تغليفه في غلاف مبطن بطريقة ملائمة.

د ــ عند وصول طبق بتري إلى المختبر انقل الغشاء إلى المستنبت الداخلي LES Endomedium لفحص إجمالي القولونيات ، أو إلى مستنبت MFC لفحص القولونيات الغائطية. واستمر على النحو المذكور فى طريقة الترشيح الغشائي (انظر الملحق ٦).

٢ ــ ٢ طريقة الأنابيب المتعددة

هذه الطريقة هي أساسا تلك المستخدمة في فحص إجمالي القولونيات والقولونيات الغائطية كما هي موضحة في الملحق ٥. وإذا كان الفحص مقتصراً على القولونيات الغائطية ، يمكن استخدام الطريقة البديلة في مثل هذه الحالة ، وهي الموصوفة في الملحق ٥.

ولإجراء الحضانة الميدانية ، يمكن استخدام حمام مائي كهربائي مضبوط الحرارة ، متصل ببطارية أو بموقد قداحة السيارة. وتتاح أيضاً حاضنات مصنوعة من الألومنيوم ولها «حمام جاف» للاستخدام في فحوص ضيقة النطاق. كما أن الأنابيب ذات الأغطية الملولبة والتي تحتوي على مستنبتات ذات قوة مزدوجة وفردية مناسبة للنقل الميداني.

٢ ــ ٣ طريقة الترشيح الغشائي

٢ ــ ٣ ــ ١ المبدأ الأساسي

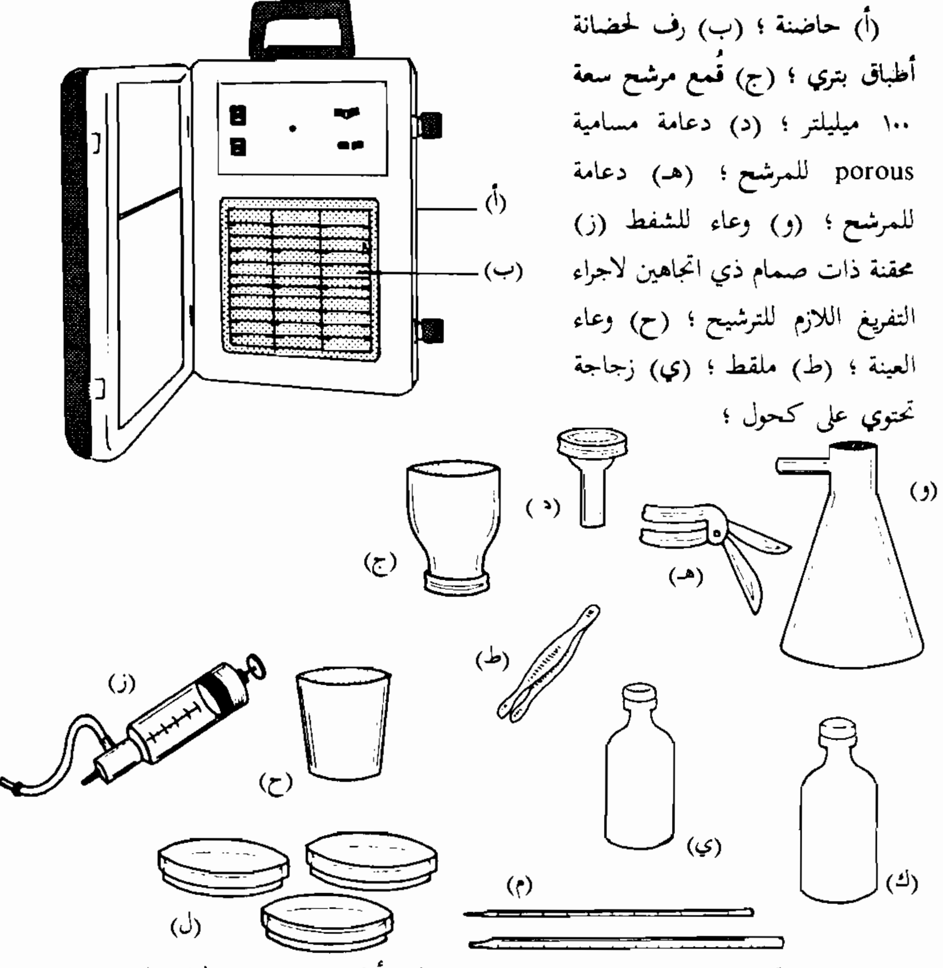
هذه الطريقة هي أساسا تلك المستخدمة في الفحوص المختبرية الموصوفة في الملحق ٦ ، والفرق الوحيد هو أن الأجهزة قابلة للنقل. ويمكن إحداث الفراغ المطلوب بواسطة محقنة خاصة أو مضخة يدوية مناسبة. وهناك بضعة أنواع من المعدات القابلة للنقل تنتجها مصانع مختلفة.

٢ ــ ٣ ــ ٢ التجهيزات

يبين الشكل ١ البنود الأساسية من التجهيزات الميدانية.

الشكل ١ ــ التجهيزات الميدانية اللازمة لطريقة الترشيح الغشائي :

(أ) حاضنة ؛ (ب) رف لحضانة أطباق بتري ؛ (ج) قُمع مرشح سعة ١٠٠ ميليلتر ؛ (د) دعامة مسامية porous للمرشح ؛ (هـ) دعامة للمرشح ؛ (و) وعاء للشفط (ز) محقنة ذات صمام ذي اتجاهين لاجراء التفريغ اللازم للترشيح ؛ (ح) وعاء العينة ؛ (ط) ملقط ؛ (ي) زجاجة تحتوي على كحول ؛



(ك) زجاجة تحتوي على دارئة buffer معقمة ؛ (ل) أطباق بتري من البلاستك ؛ (م) ممصات.

وفيما يلي ملاحظات مفصلة على بعض هذه المواد :

(أ) **الحاضنة**. من الضروري وجود حاضنة مناسبة قابلة للنقل أو حمام مائي وذلك لضبط الحرارة ؛ كما يمكن وصل بعض الوحدات من هذا النوع بتيّار كهربائي قوة ٦ أو ١٢ أو ٢٤ فولط (تيار متواصل DC) أو ١١٥ أو ٢٣٠ فولط (تيار متردد AC). ويمكن تشغيلها بواسطة بطارية كهربائية أو موقد قداحة السيارة ، أو مأخذ outlet عادي للتيار مثبت في الحائط (مع استعمال محول adaptor مناسب). ومع أن الحاضنات القابلة للنقل غالية الثمن ، فهي مناسبة تماما للقياسات الميدانية لإجمالي القولونيات والقولونيات الغائطية.

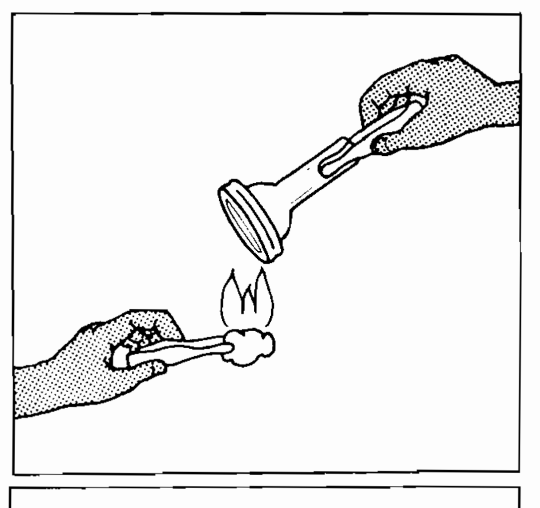
(ب) **وحدات الترشيح**. تتاح نظم ترشيح مختلفة ذات تصميم خاص ، وهي تتراوح بين راصدات ميدانية ومحاقن ، ونظم تفريغ من البلاستك متعدد الكربونات **polycarbonate** مثبت بها محاقن ، ونظم كاملة من الفولاذ غير القابل للصدأ. ولكن ، من الصعب استعمال الراصدات الميدانية البسيطة ، لأن استخلاصها للجراثيم القولونية في بعض الحالات كان ضعيفاً. ويمكن تعقيم الاقماع المستعملة في وحدات الترشيح الميداني بين كل عملية ترشيح وأخرى وذلك بتغطيسها في ماء يغلي لمدة ٥ دقائق (ولمدة أطول في الأماكن المرتفعة). كما أن وحدات الصلب غير القابل للصدأ يمكن تطهيرها بكحول ملتهب أو بواسطة مشعل غازي. وتزود بعض الوحدات بحلقة في قاعدة القمع يمكن تشبيعها بالميتانول واشعالها ؛ وعندما يترك الميتانول يشتعل لبضع ثوان ، يمكن عزل الوحدة بوضع قنينة من الصلب الذي لا يصدأ فوق القمع وقاعدته. وهذا يؤدي إلى احتراق غير تام للميتانول مكوّنا بذلك فورمالدهيد ذا مفعول معقّم. ويجب أن تبقى الوحدة محكمة الإغلاق لمدة ١٥ دقيقة لضمان تعقيمها تماماً.

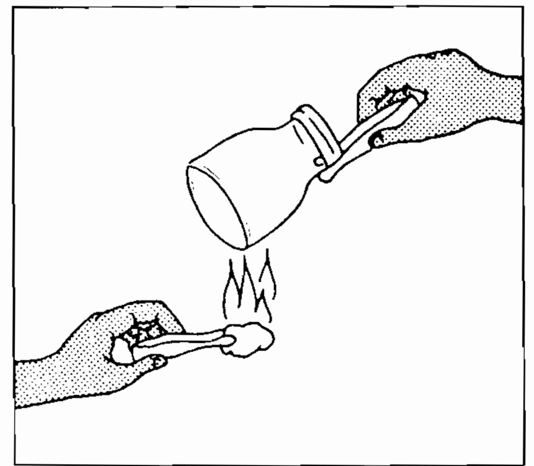
(ج) **المستنبتات**. يوفر مورّدون مختلفون مستنبتات معقمة في أمبولات جاهزة للاستعمال. وكبديل لذلك ، يمكن استعمال مَرَق معقم محضّر سلفاً ، وله تركيب مختار ، أو أطباق غراء agar محضّرة سلفاً. ومن الضروري التأكد من مدة صلاحيتها shelf life بحيث تكون صالحة للرحلة الميدانية المعتزمة.

٢ ـ ٣ ـ ٣ تعيين إجمالي القولونيات والقولونيات الغائطية

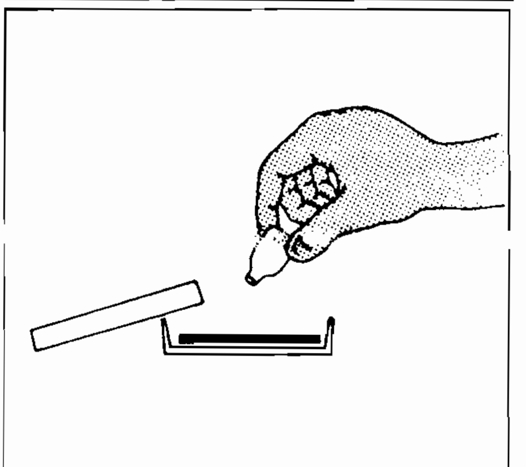
الطرائق الخاصة بتعيين إجمالي القولونيات والقولونيات الغائطية متماثلة أساساً ، ولاتختلف إلا في المستنبتات المستعملة ودرجة حرارة الحضانة. أما خطوات الفحص فهي كما يلي.

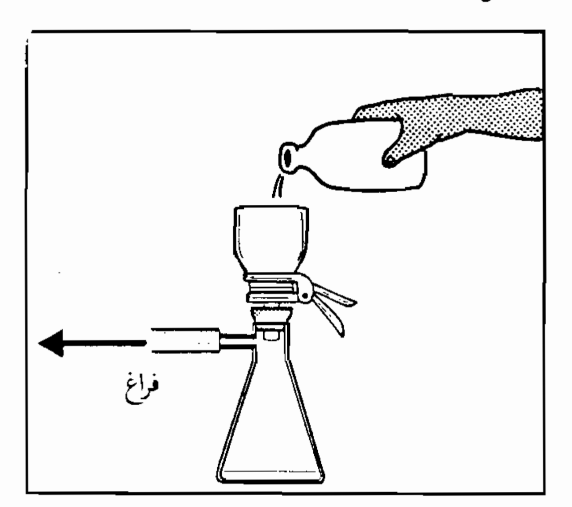
أ ـ عقّم وحدة الترشيح



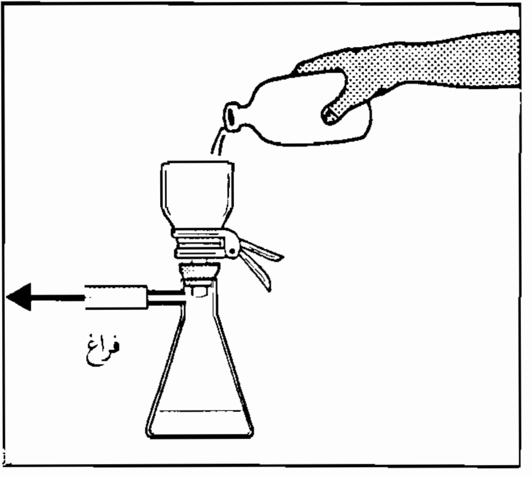


ب ـ في حالة استعمال مستنبت المرق ، أضف محتويات أمبولة من المستنبت (أو كمية كافية من المرق من وعاء مناسب) إلى رافدة ماصة في طبق بتري معقم ؛ ومن المهم التأكد أن الرافدة مُشبعة تماماً.

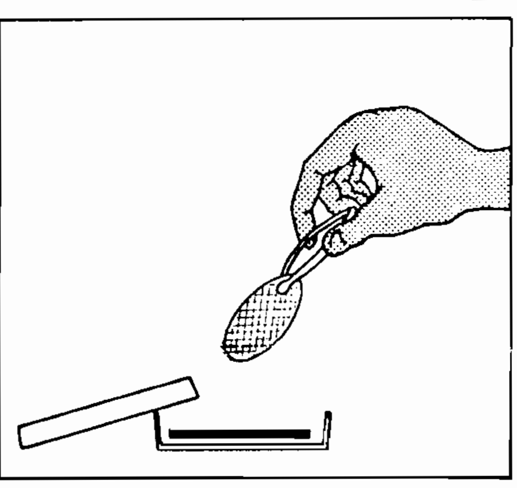




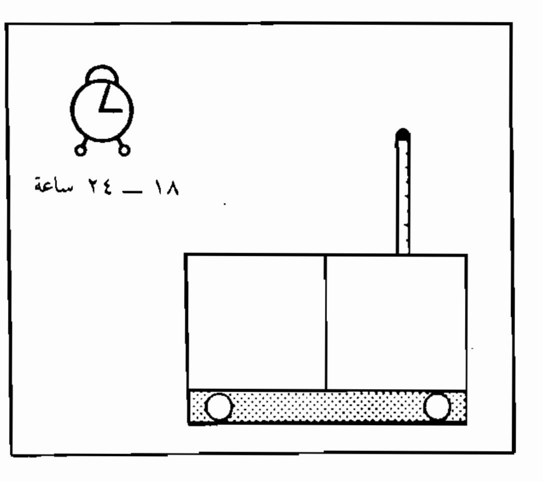
ج ــ صب حجماً معلوماً من العينة في قمع المرشح ؛ ويتم الترشيح بإحداث فراغ بواسطة مضخة يدوية أو محقنة.

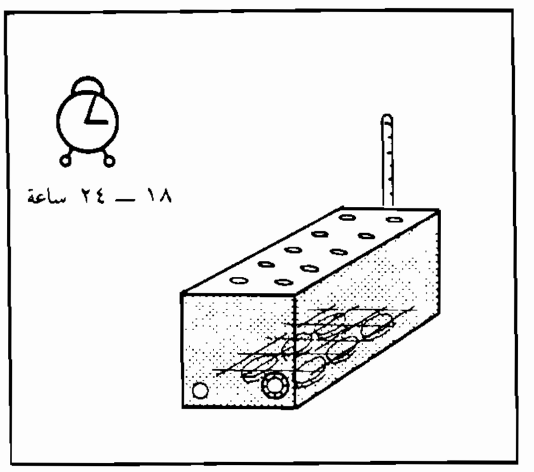


د ــ اشطف القمع باستعمال جزأين من الدارئة buffer كل منهما ٢٠ ــ ٣٠ ميليلتر (للحصول على معلومات عن الدارئة ، انظر الملحق ٦).



هـ ــ افصل القمع وانقل المرشح بواسطة ملقط معقم إلى الرفادة المشبعة (أو طبق الغراء) ؛ على أن يكون الجانب الشبكي للأعلى ، مع تحريكه حركة دائرية لمنع بقاء أية فقاقيع هوائية.





و ــ ضع طبق بتري في الحاضنة . وفي حالة استعمال حمام مائي ، يجب أن يوضع الطبق في حاوية ثقيلة أو مثقلة خصيصاً ، ويغطس في الماء ويجب أن يسد كل طبق بإحكام أولًا باستخدام شريط صامد للماء. وفي حالة فحص إجمالي القولونيات يجب أن تتراوح مدة الحضانة بين ١٨ و ٢٤ ساعة في درجة ٣٥° أو ٣٧°س. أما في حالة القولونيات الغائطية فيحتاج الأمر إلى درجة حرارة ٤٤° ± ٥ر.°س.

إن عملية اكتشاف الجراثيم وعدّها وحسابها تتم تماماً كطريقة الأنابيب المتعددة MF المختبرية (انظر الملحق ٦).

٢ ــ ٤ طرائق الفرز البسيطة

هناك عدد متاح من طرائق الفرز البسيطة للاستعمال في ظروف معينة ، وهي طرائق طبق السطح المنبسط ، وترشيح رفادة الامتصاص للمرشح الغشائي MF-absorption pad-filtration وعداد الغطس dip counter ، ولكن لا يوصى بها هنا لأن النتائج التي تعطيها لا تتوافق مع القيم الدليلة المعتمدة من منظمة الصحة العالمية بشأن النوعية الجراثيمية لامدادات المياه.

الملحق ٥

طريقة الانابيب المتعددة

١ ــ المبدأ الأساسي

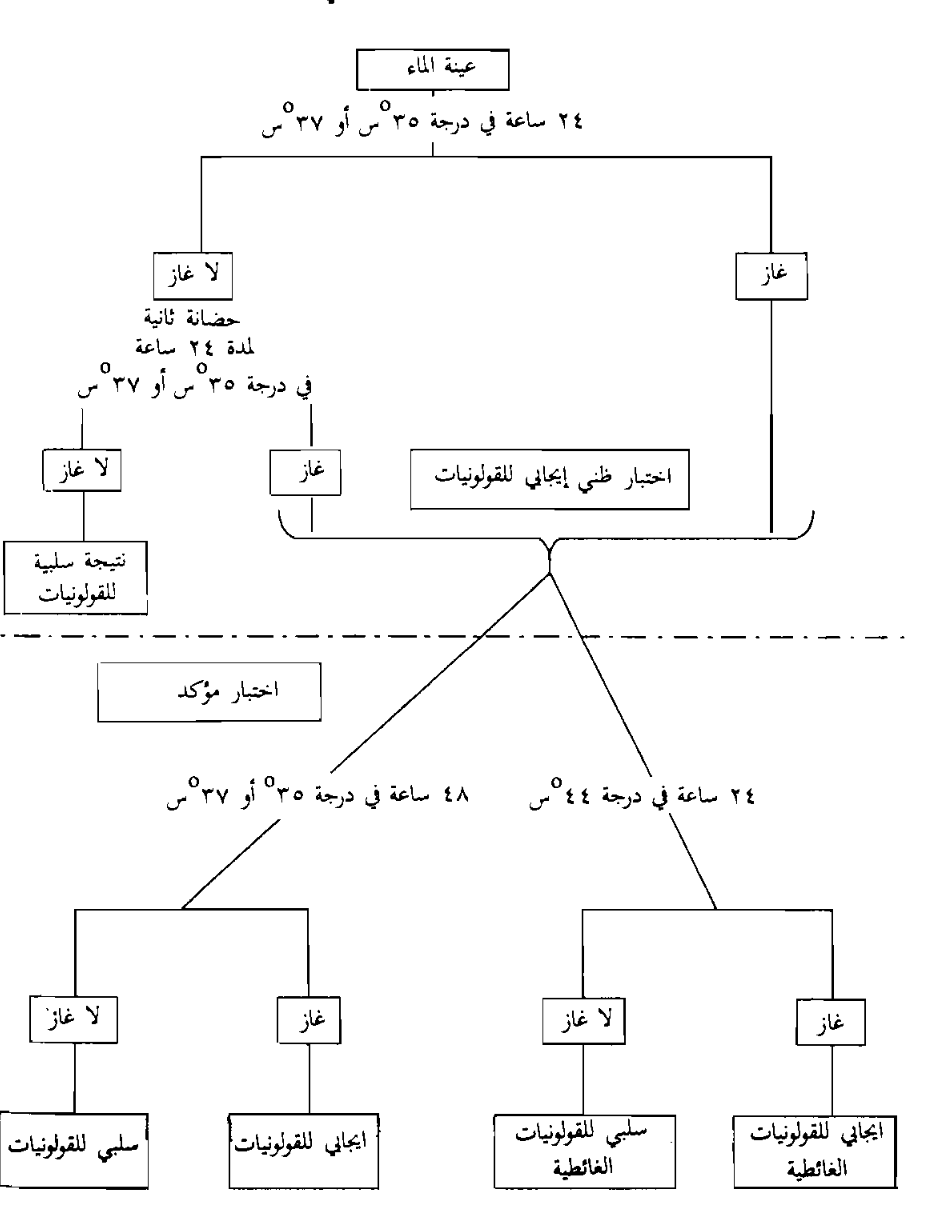
في طريقة الأنابيب المتعددة ، تلقح سلسلة من الأنابيب المحتوية على مستنبت مَرَقي مناسب بمقادير اختبارية من عينة الماء.

وبعد مدة حضانة معّينة في درجة حرارة محددة ، يعتبر كل أنبوب يتكوّن به غاز «إيجابياً ظنّيا» presumptive positive لأن هذا يدل على احتمال وجود قولونيات . ولكن بما أن الغاز قد ينتج بواسطة جراثيم أخرى ، يستصوب تأكيد ذلك بإجراء اختبار لاحق. ويعرف الاختباران بالاختبار الظني والاختبار المؤكد على التوالي.

ففي حالة الاختبار المؤكد ، يلقّح مستنبت أكثر انتقائية بمواد مأخوذة من الأنابيب الإيجابية. وبعد فترة مناسبة تفحص الأنابيب لمعرفة ما إذا كان قد تكوّن غاز. وعندها يمكن تقدير درجة تركّز الجراثيم في العينة من عدد الأنابيب الملقحة وعدد الأنابيب الإيجابية في الاختبار المؤكد . ويمكن تقدير العدد الأكثر احتمالًا most probable number (MPN) للجراثيم الموجودة باستخدام جداول احصائية مبتكرة خصيصاً لهذا الغرض. وتعرف هذه الطريقة بطريقة العدد الأكثر احتمالا MPN.

ويبين الشكل ١ الإجراءات التي ينطوي عليها التحليل الجرثومي لعينة من الماء ، بالإضافة إلى مدد الحضانة ودرجات الحرارة المناسبة. ويتطلب هذا التحليل تخفيفات مختلفة للعينة المفحوصة وفقاً لنوع الماء الذي يجري تحليله.

الشكل ١ ــ مخطط يبين الإجراءات التي ينطوي عليها
اختبارات الأنابيب المتعددة والظني والمؤكد



٢ ـــ التلقيح

يمكن استخدام مقادير اختبارية مختلفة لتوفير سلسلة من التخفيفات العشرية ، وتتوقف التخفيفات على أعداد جراثيم القولونيات المتوقعة في عينة الماء التي يجري فحصها. وتعتمد معولية reliability النتيجة التي يتم الحصول عليها على عدد الأنابيب الملقحة بكل مقدار اختباري. وفي حالات معينة يمكن خفض هذا العدد إلى ثلاثة أنابيب في كل خطوة من خطوات التخفيف. ولكل مجموعة من الأنابيب الملقحة جدولها الخاص من قيم الأعداد الأكثر احتمالاً MPN.

٢ ـــ ١ المياه غير الملوثة

يمكن بصورة عامة افتراض وجود تلوث قليل ، أو لا تلوث ، في المياه التي تدخل الشبكة أو المياه الموجودة فيها. وفي هذه الحالة يحتاج الأمر إلى تلقيح خمسة أحجام من ماء العينة ، كل منها ١٠ ميليلتر ، في خمسة أنابيب يحتوي كل منها على ١٠ ميليلتر من مستنبت مزدوج القوة double-strength.

٢ ـــ ٢ المياه الملوثة

المياه التي يُشتبه بأنها أكثر تلوثاً ، مثل المياه غير المعالجة التي تجلب من مصادر معينة للماء الخام ، تحتاج للفحص باستخدام أحجام تلقيح مختلفة في تخفيفات عشرية. وفيما يلي التلقيحات التي تُجرى في العادة :

(أ) ١٠ ميليلتر من العينة في كلٍ من خمسة أنابيب يحتوي كل منها على ١٠ ميليلتر من مستنبت مزدوج القوة ؛

(ب) ١ر٠ ميليلتر من العينة في كلٍ من خمسة انابيب يحتوي كل منها على ١٠ ميليلتر من مستنبت مفرد القوة ؛

(ج) ١ر٠ ميليلتر من تخفيف ١ : ١٠ من العينة (أي ، ١ر. ميليلتر من العينة) في كلٍ من خمسة أنابيب يحتوي كل منها على ١٠ ميليلتر من مستنبت مفرد القوة.

وإذا كان من المتوقع أن تكون العينة مفرطة التلوث ، تلقّح مقادير متساوية حجمها ١ر٠ ميليلتر من تخفيفات عَشرية متسلسلة من كل خطوة تخفيف في خمسة أنابيب تحتوي على ١٠ .ميليلتر من مستنبت مفرد القوة.

وإذا كان عبء العمل ثقيلًا جداً والوقت المتاح محدوداً ، يمكن خفض عدد الأنابيب إلى ثلاثة في كل سلسلة. ولكن تلقيح خمس أنابيب بكل حجم من العينة يعطي نتيجة بالعدد الأكثر احتمالا MPN يوثق بها إحصائياً أكثر من النتيجة التي يُحصل عليها بتلقيح ثلاث أنابيب فحسب.

٣ ــ التجهيزات

من الضروري توفر التجهيزات المختبرية الاساسية التالية:

(أ) **فرن هواء ساخن**. يجب أن يتسع هذا الفرن بشكل كافٍ **ليستوعب كافة الممصات** pipettes ، وأنابيب الاختبار ، وزجاجات العينات ، والأدوات الزجاجية الأخرى والأجهزة التي تحتاج إلى تعقيم بواسطة التسخين الجاف. ومن الضروري دوران الهواء الساخن بحرّية داخل الفرن لتأمين التعقيم الصحيح. ويجب أن تضبط درجة حرارة الفرن عند ١٧٠ °س ، كما يجب استعمال مقياس حرارة للتحقق من درجة الحرارة. ومدة التعقيم المطلوبة ساعة واحدة.

(ب) **الموصدة Autoclave**. يجب أن تكون الموصدة كبيرة بالقدر الكافي لتسمح بجريان طليق للبخار حول الحمولة العادية المراد تعقيمها ، وأن تزود بمقياس للضغط ومقياس للحرارة ، على أن يكون الجزء الأكبر من مقياس الحرارة في مخرج الموصدة (مما يقلل من فرص تحطم مقياس الحرارة). ويجب تشغيل الموصدة وفقاً لتعليمات الصانع المشددة ؛ ويجب أن يكفل ذلك أن يحل البخار محل الهواء الموجود في غرفة الهواء برمته. على أن يتم التعقيم خلال مدة لا تزيد على ٣٠ دقيقة. ويوصي التقيد بحزم بدرجات الحرارة ومدد التعقيم المحددة للأنواع المختلفة من المستنبتات.

(ج) **الحاضنة**. يجب أن تزود الحاضنة بضابط للحرارة قادر على الحفاظ على حرارة منتظمة صحيحة إلى ± ٥ر. °س. ويجب أن يكون داخل الحاضنة واسعاً إلى حد يسمح بجريان طليق للهواء عندما تكون الحاضنة مليئة. كما يجب أن توضع مقاييس الحرارة في نقاط ممثّلة في الحاضنة وأن ترصد الحرارة دورياً (من المستحسن يومياً).

(د) **الحمام المائي**. يجب أن يزود الحمام المائي بناظم للحرارة thermostat للحفاظ على حرارة منتظمة قدرها ٤٤ ± ٥ر. °س لزرع القولونيات الغائطية ، وبرفوف من الفولاذ غير القابل للصدأ وأن تسخن بالكهرباء.

(هـ) مقياس الرقم الهيدروجيني pH. هذا المقياس ضروري للتحقق من الرقم الهيدروجيني للمستنبت.

(و) **مـيزان**. هذا الميزان ضروري لوزن المستنبت المسحوق والمواد الكيميائية المستعملة في تحضير المحاليل. ومعظم الوزنات تتراوح بين ١ ــ ١٠٠ غرام ويجب أن تكون دقة الميزان ± غرام واحد عند وزن ثقل قدره ١٥٠ غرام.

(ز) **جهاز تقطير الماء أو نازع شوارد الماء** water deionizer. هذا الجهاز مطلوب لإنتاج ماء غير سام ، أي ماء خالٍ من أية مواد قد تتداخل في عملية النمو الجرثومي.

(ح) **زجاجات التخفيف**. الزجاجات ذات الأغطية اللولبية الخالية من مواد سامة قابلة للذوبان ممتازة لهذا الغرض. ويجب أن تكون هذه الزجاجات كبيرة بحيث تسمح بحيز كافٍ من الهواء فوق السائل يكفل مزجاً جيداً عند الرج. ويتوقف الحجم على نسبة التخفيف المفضلة. فإذا كانت نسبة التخفيف ١:١٠ هي المفضلة ، تستعمل في العادة زجاجات تحتوي على محلول مخفف قدره ٩ ميليلتر (لتلقي مقادير متساوية aliquots كل منها ١ ميليلتر من العينة) أو ٩٠ ميليلتر (لتلقي مقادير متساوية كل منها ١٠ ميليلتر من العينة) ؛ ويجب أن تكون الزجاجات كبيرة إلى حد يسمح بالحفاظ على هذه الأحجام بعد التعقيم لمدة ٢٠ دقيقة في درجة حرارة ١٢١°س.

(ط) **ممصات**. هناك حاجة إلى حجمين من المـمـصات (١ ميليلتر و ١٠ ميليلتر) المزودة بسدادات قطنية عند الطرف الفموي mouthpiece. ويجب أن تدرّج الممصات سعة ١ ميليلتر بزيادات قدر كل منها ١ر. ميليلتر. أما المـمـصات المتشظية chipped أو المكسورة فيجب أن تطرح جانباً. ويجب أن تحفظ المـمـصات في وضع ملائم في حاوية معدنية قابلة للتعقيم ، وأن تستخدم حاوية منفصلة لكل حجم من المـمـصات. ويمكن أيضاً لف المـمـصات بمفردها بالورق وتعقيمها بالتسخين.

(ي) **أجهزة تحضـير المستنبتات**. هذه تتطلب حاويات من الزجاج أو الفولاذ غير القابل للصدأ. ويجب أن تكون أجهزة التسخين وأدوات التحريك المستخدمة في تحضير المستنبتات نظيفة وخالية من المواد السامة القابلة للذوبان.

(ك) **مشـعل غازي**. يعتبر مشعل بَنسين Bunsen أو أي نوع مماثل وافيا بالغرض.

(ل) **أنابيب زرع تحتوي على بالات vials مقلوبة (أنابيب دورهام) Durham**. يجب أن تكون الأنابيب والبالات ذات أحجام تسمح بَملْء البالة تماماً بالمستنبت وتغطيسها في الأنبوب.

(م) **رفوف أنابيب الاختبار.** يجب أن تكون كبيرة بحيث تتسع لأنابيب المستنبتات الأكبر قطراً.

(ن) **عروة loopالتلقيح ومقبضها.** يجب استخدام قطع من السلك عيار ٢٤ و ٢٦ (٧,٥ — ١٠ سم). ويعتبر سلك النيكروم **nichroma** مقبولا ولكن يفضل عليه السلك المكون من البلاتين والايريديوم **platinium-iridium**. وتثبت قطع السلك (العروات) في مقابض معدنية أو زجاجية ذات قطر مماثل لقطر القلم. ولعمل عروة التلقيح يثنى السلك على شكل دائرة قطرها ٣ — ٤ ميليمتر.

(س) **أجهـزة مختبرية عامة.** هناك حاجة إلى قوارير flasks مستديرة وقوارير ايرلنماير Erlenmeyer ودوارق beakers ومناصب stands ، الخ. مختلفة.

٤ — المستنبتات وماء التخفيف

الأوساط media المجففة المتاحة في الأسواق تبسّط عملية تحضير مرق الزرع ، ولذلك يوصى باستعمالها في المختبر. وينتج هذه الأوساط صانعون مختلفون كمساحيق يمكن وزنها بسهولة وإذابتها في ماء مقطر ووضعها في أنابيب الزرع تمهيداً لتعقيمها.

وهناك مستنبتات مختلفة متعددة متاحة للاختبار الظني ، مثل :

— مرق لوريل تربتوز (LTB) ؛
— مرق ماك كونكي MacConkey ؛
— مرق لاكتوز lactose ؛

واستعمال هذه الأوساط الثلاثة شائع في بلدان عديدة. وتعتمد انتقائية مرق ماك كونكي ومرق لوريل تربتوز على التوالي على وجود أملاح الصفراء bile salts والعامل السطحي النشاط surface-active ، سلفات اللوريل ؛ أما مرق لاكتوز فهو وسط غير انتقائي.

ويستعمل مرق لاكتوز الصفراء الأخضرالمتألق (BGB) على نطاق واسع كوسط تأكيدي confirmatory medium لفحص إجمالي القولونيات.

ولتأكيد وجود القولونيات الغائطية يستخدم إما مرق BGB أو مرق الاشريكية القولونية (EC).

٤ ـــ ١ تحضير الأوساط

يجب أن تحضر الأوساط بموجب تعليمات الصانع ، على الوجه التالي:

(أ) أذب الكمية المعينة من الوسط المجفف في ماء مقطر للحصول على وسط ظني مزدوج أو مفرد القوة (في حالة التحليل التأكيدي يستعمل الوسط المفرد القوة فحسب).

(ب) وزّع الحجم المطلوب في أنابيب زرع تحتوي على أنبوب دورهام مقلوب ، وغطّ أنابيب الزرع.

(ج) عقم الأنابيب في موصدة أو آنية طهي بالضغط pressure cooker في درجة حرارة ١١٤°س لمدة ١٠ دقائق (أو حسب مواصفات الصانع). ومن المهم بصفة خاصة عدم وضع الأوساط التي تحتوي على مواد ثنائية السكريد disaccharides ، مثل اللاكتوز ، في الموصدة في درجات حرارة أكثر ارتفاعاً.

(د) يجب أن يخزن الوسط المعقم في درجة حرارة الغرفة (٢٥°س تقريباً) ، للابقاء على عقامته. وبالإضافة إلى ذلك يجب وقاية المحلول من التعرض للضوء لأن هنالك صبغات متعددة حساسة للضوء.

٤ ـــ ٢ تحضير ماء التخفيف

يستعمل ماء مُدَرّأ buffered ومعقم خصيصاً لتحضير تخفيفات عينات للتلقيح في المستنبتات. ويحضر الماء من محلول أصلي stock مركّز من دارئة فسفاتية phosphate buffer. ولعمل المحلول الأصلي ، أذب ٣٤٫٠ غراماً من فسفات ثنائي هيدروجين البوتاسيوم ($KH_2 PO_4$) في ٥٠٠ مل من الماء المقطر. ويجب أن يكون الرقم الهيدروجيني pH للمحلول ٧٫٢ (ينبغي التحقق من ذلك بواسطة مقياس الرقم الهيدروجيني). ويمكن زيادة الرقم الهيدروجيني إذا لزم ذلك بإضافة قطرات من محلول هدروكسيد الصوديوم تركيزه مول واحد باللتر (٤٫٠ غرام مذاب في ١٠٠ ميليلتر من الماء المقطر). ثم أضف قدرا كافيا من الماء المقطر حتى يصبح الحجم لترا واحدا. وعند عدم استعمال المحلول المختزن ينبغي حفظه فى زجاجة محكمة الإغلاق في درجة حرارة ٤ ـــ ١٠° س ، وذلك لتأخير النمو الجرثومي .

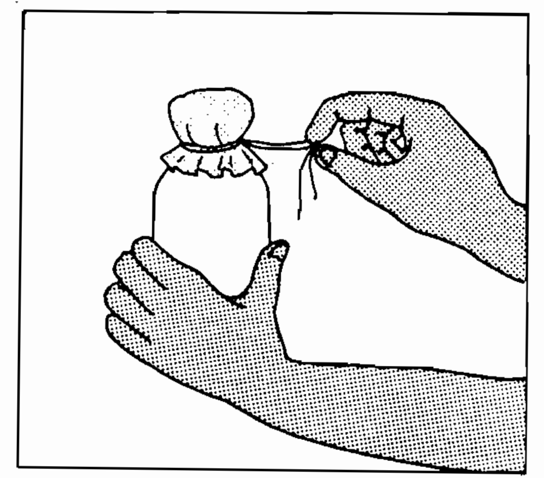
وعند استعمال ماء التخفيف ، أضف ١٫٢٥ ميليلتر من المحلول المختزن إلى لتر واحد من الماء المقطر ، ووزعه على زجاجات للتعقيم في الموصدة . وقبل بداية التعقيم افتح قليلا سدادات الزجاجات . عقّم لمدة ٢٠ دقيقة فى درجة حرارة ١٢١° س ، وبعد التعقيم أحكم إغلاق الزجاجات واحتفظ بماء التخفيف في مكان نظيف حتى تحتاج إليه .

ويمكن تحضير ماء بديل بالتخفيف بإضافة كلوريد المغنزيوم ، وثبت أنه يعطي معدل استخلاص أعلى قليلا. ويمكن أيضا استعمال محلول ببتون معقم تركيزه ١ر٠٪ في ماء مقطر (الرقم الهيدروجيني النهائي ٨ر٦). وأخيرا فإن محلول الملح الفيزيولوجي المعقم (٩ غرام من كلوريد الصوديوم باللتر) يستعمل لأغراض التخفيف على نطاق واسع في المراكز الصحية.

٥ ــ التطبيق على المياه غير الملوثة

٥ ــ ١ الطريقة

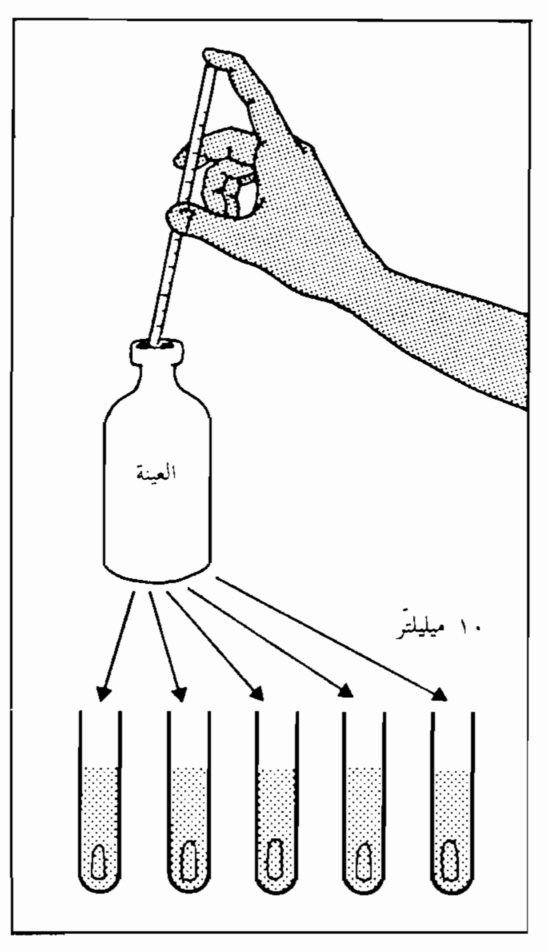
الطريقة التى تستعمل لفحص مياه غير ملوثة نسبيا ، كالمياه المعالجة في شبكات المياه ، مبينة فيما يلي :



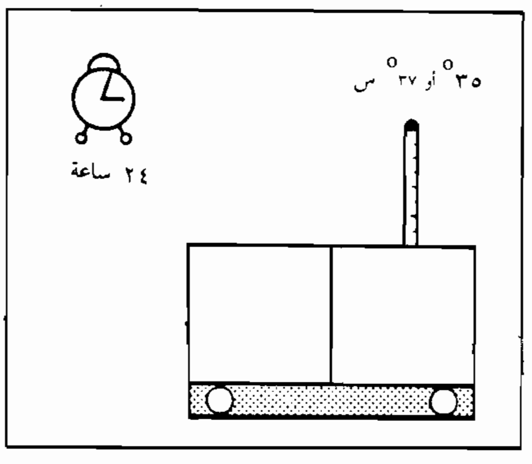
أ ــ انزع الورق الملفوف على زجاجة العينة.



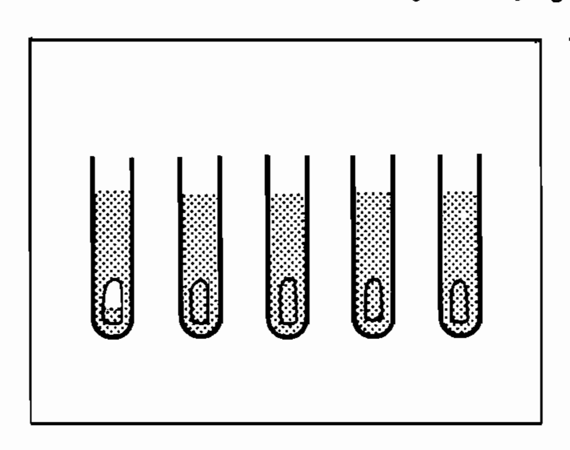
ب ــ رج الزجاجة بقوة بينما السدادة في موضعها وذلك حتى تتوزع الجراثيم توزعا متساويا (وإذا كانت الزجاجة ممتلئة فانزع السدادة وأفرغ منها ٢٠ ــ ٣٠ ميليلتر ، وبعد ذلك ضع السدادة ورج الزجاجة إن ذلك يضمن المزج التام).



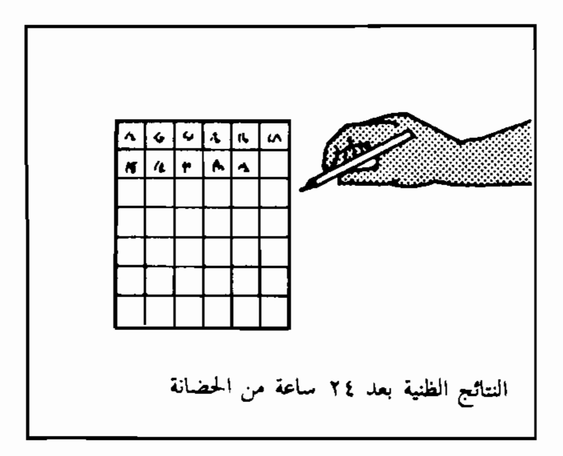
ج ــ باستعمال ممص معقم سعته ١٠ ميليلتر، ضع ١٠ ميليلتر من العينة في كل أنبوبة من خمس أنابيب تحتوي على ١٠ ميليلتر من مرق الفحص الظني (مزدوج القوة). ومن المستحسن رج الأنابيب بهدوء حتى تتوزع العينة بالتساوى فى المستنبت كله.



د ــ احضن الانابيب فى الحاضنة فى درجة حرارة ٣٥° أو ٣٧°س لمدة ٢٤ ساعة.

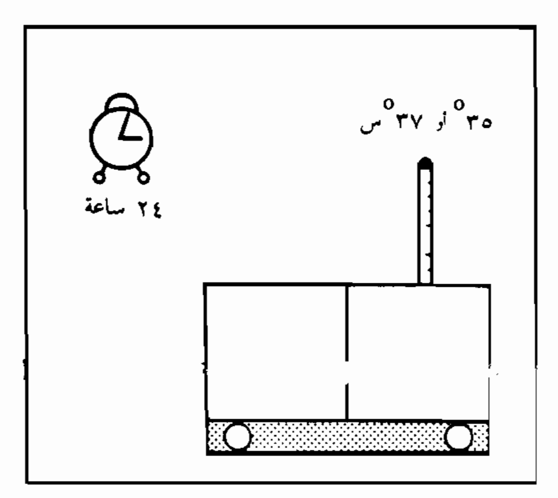


هـ ـ عند انتهاء ٢٤ ساعة من الحضانة ، افحص كل انبوبة بحثا عن الغاز. فإذا كان هناك غاز فسوف يمكن رؤيته في أنبوبة دورهام ، أما إذا لم يوجد غاز فترج الأنبوبة بهدوء ، فإذا شوهد فوران من الفقاعات الصغيرة ، تعتبر الأنبوبة إيجابية.



النتائج الظنية بعد ٢٤ ساعة من الحضانة

و ـ سجل عدد الأنابيب الايجابية بعد ٢٤ ساعة في جدول .



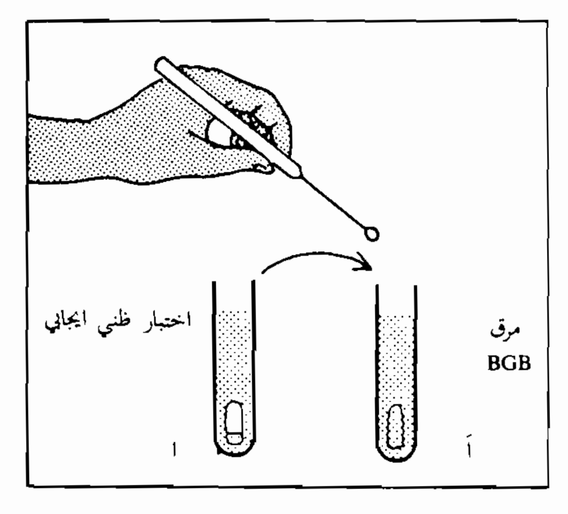
ز ـ أعد حضانة الأنابيب السلبية لمدة ٢٤ ساعة أخرى. وبعد انتهاء هذه المدة افحص الأنابيب من جديد بحثا عن الغاز كما في الخطوة هـ. ويعتبر الغاز المنتج في نهاية ٢٤ ساعة أو ٤٨ ساعة من الحضانة ناجما عن وجود قولونيات في العينة.

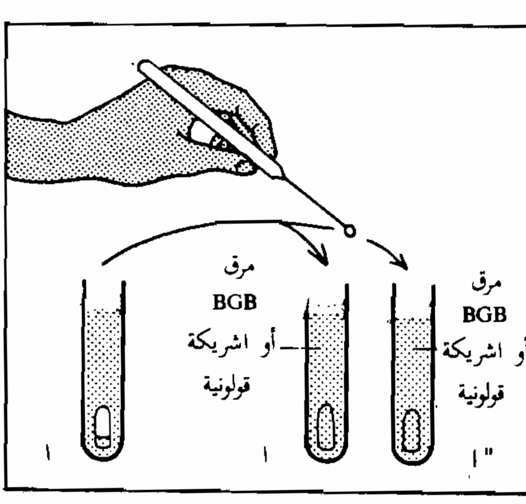
ح ـ سجل عدد الانابيب الايجابية بعد ٤٨ ساعة على الجدول.

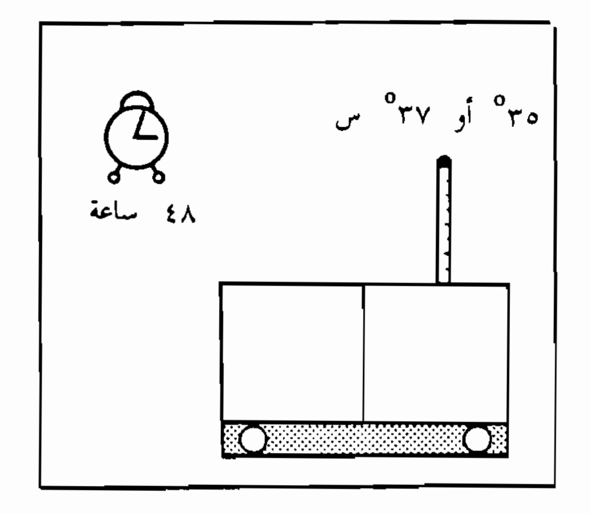
ط ـ يجرى الفحص التأكيدى في نهاية كل من الحضانة لمدة ٢٤ ساعة ولمدة ٤٨ ساعة على السواء. وباستعمال عروة انقل نقطة أو نقطتين من كل أنبوبة ذات نتيجة ايجابية ظنية إلى أنبوبة مقابلة معقمة تأكيدية حجمها ١٠ ميليلتر وتحتوي مثلا على مرق لاكتوز الصفراء الأخضر المتألق BGB. وقبل كل عملية نقل تعقم العروة على لهب ثم تترك لتبرد.

ى ـ إذا أريد أيضا تحري وجود القولونيات الغائطية تزرع مزارع ثانوية في أنبوبتين تحتويان على مرق تأكيدى (مثل مرق لاكتوز الصفراء الأخضر المتألق BGB)، وتحضران من كل من الأنابيب الايجابية الظنية. وفي بعض المناطق يفضل استعمال مستنبت الاشريكة القولونية للتأكد من وجود القولونيات الغائطية.

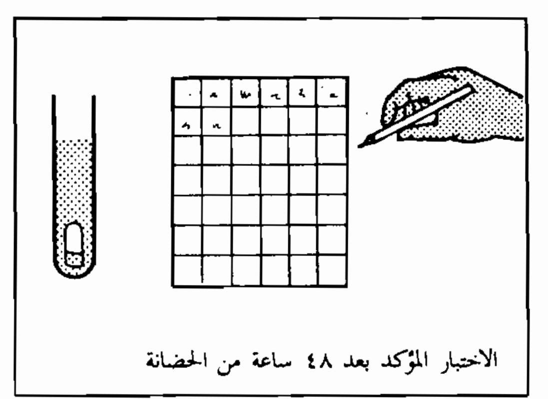
التنائج الظنية بعد ٤٨ ساعة من الحضانة



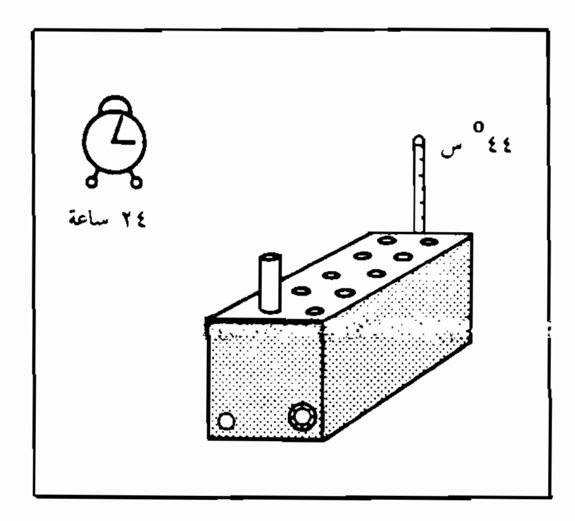




ك ــ لتأكيد وجود القولونيات احضن في الحاضنة أنبوبة مزرعة ثانوية من كل أنبوبة إيجابية ظنية لمدة ٤٨ ساعة في درجة حرارة ٣٥° أو ٣٧° س.

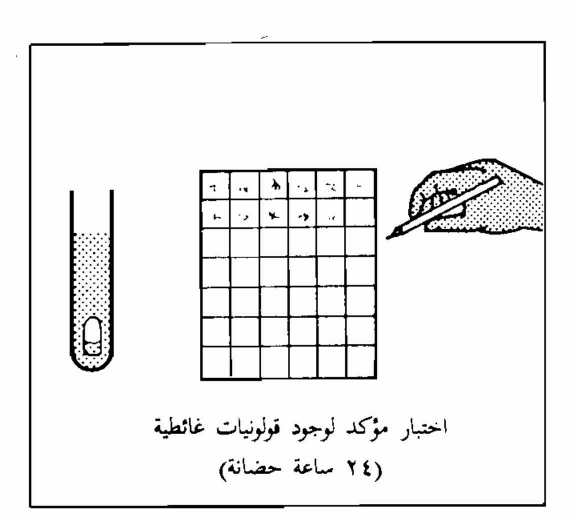

الاختبار المؤكد بعد ٤٨ ساعة من الحضانة

ل ــ افحص الأنابيب فى نهاية ٤٨ ساعة من الحضانة فإذا وجد غاز فإن ذلك يؤكد وجود القولونيات في العينة. سجل النتائج في الجدول.



م ــ لتأكيد وجود القولونيات الغائطية احضن في الحاضنة أنبوبة مزرعة ثانوية أخرى من كل أنبوبة إيجابية ظنية لمدة ٢٤ ساعة في درجة حرارة ٤٤ ± ٥ر.° س.

ن ــ اذا وجد غاز في الأنابيب بعد حضانة لمدة ٢٤ ساعة ، فإن ذلك يؤكد وجود قولونيات غائطية.



اختبار مؤكد لوجود قولونيات غائطية
(٢٤ ساعة حضانة)

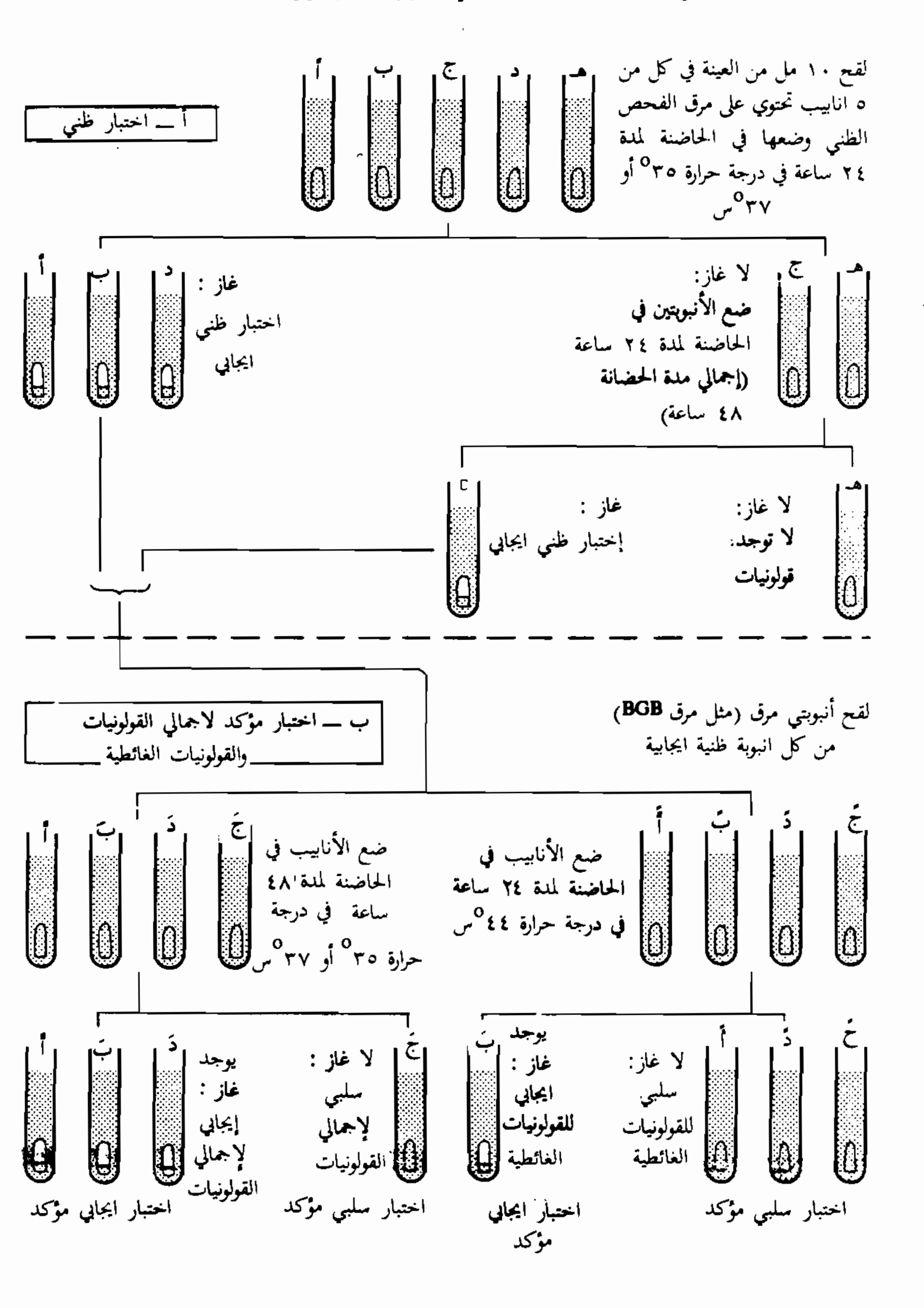
٥ ــ ٢ تعيين العدد الاكثر احتمالا MPN

في حالة الماء المعالج ، حيث يلقح ٥ أجزاء من العينة حجم كل منها ١٠ ميليلتر ، يمكن معرفة العدد الاكثر احتمالا MPN من نتائج الاختبار بواسطة الجدول ١.

الجدول ١ ــ الأعداد الاكثر احتمالا MPN لتوافيق مختلفة
من نتائج ايجابية وسلبية عند استعمال
٥ اجزاء من العينة كل منها ١٠ ميليلتر

عدد الأنابيب ذات التفاعل الإيجابي من ٥ انابيب سعة كل منها ١٠ ميليلتر	العدد الأكثر احتمالا MPN
صفر	٥
١	٢ر٢
٢	١ر٥
٣	٢ر٩
٤	٠ر١٦
٥	غير محدد

الشكل ٢ ــ مثال لتعيين إجمالي القولونيات والقولونيات الغائطية

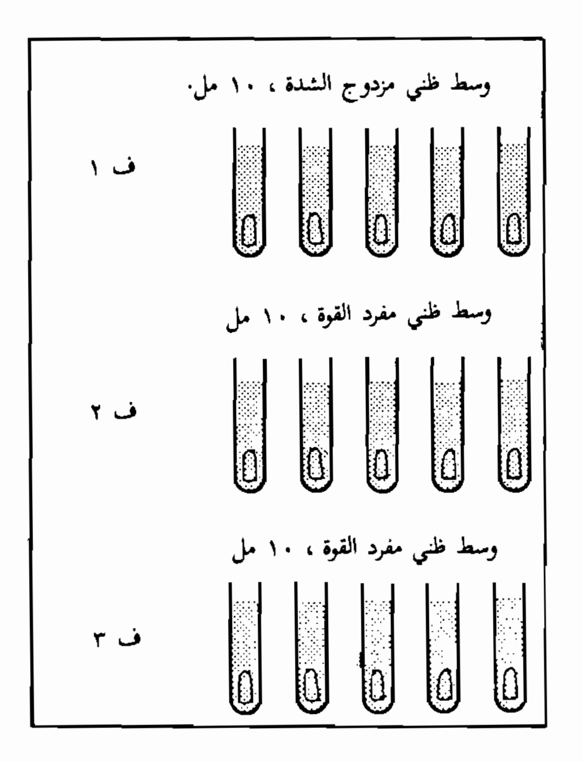


وفي الشكل ٢ مثال لكيفية تفسير نتائج الاختبار. ويظهر من ذلك أن ثلاثة أنابيب إيجابية مؤكدة تم الحصول عليها بالنسبة لمجموعة إجمالي القولونيات. ومن الجدول يمكن أن نرى أن القيمة المقابلة للعدد الأكثر احتمالًا MPN هي ٩٫٢ اجمالي قولونيات في كل ١٠٠ ميليلتر من العينة. وفيما يختص بالقولونيات الغائطية ، لم يكن هناك سوى أنبوبة إيجابية واحدة مؤكدة فحسب. وبالتالي فإن قيمة العدد الأكثر احتمالا MPN لهذه المجموعة هي ٢٫٢ في كل ١٠٠ ميليلتر.

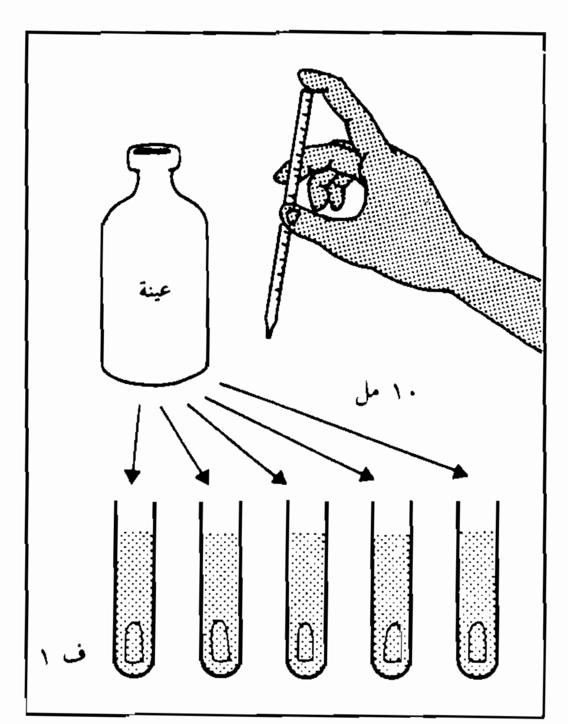
٦ ــ التطبيق على المياه الملوثة (الطريقة الكاملة)

٦ ــ ١ الطريقة

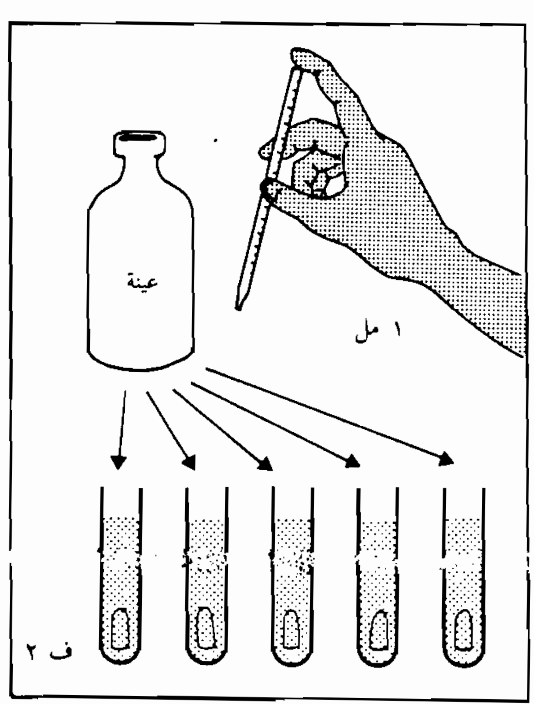
الطريقة التي تستعمل لفحص مياه يتوقع أن تكون ملوثة حتى ولو كان قد سبق معالجتها مبينة فيما يلي ، وهي في جوهرها مماثلة **للطريقة الموصوفة في** القسم ٥ ــ ١ ، باستثناء استعمال تخفيفات متعددة في هذه الطريقة.



أ ــ رتِّب ثلاثة صفوف يتألف كل منها من خمس أنابيب في رف لأنابيب الاختبار. يحتوي كل من الأنابيب في الصف الأول (ف ١) على ١٠ مل من وسط ظني مزدوج القوة ، بينما تحتوي كل أنبوبة في الصفين الثاني والثالث (ف ٢ ، ف ٣) على ١٠ مل من وسط ظني مفرد القوة.

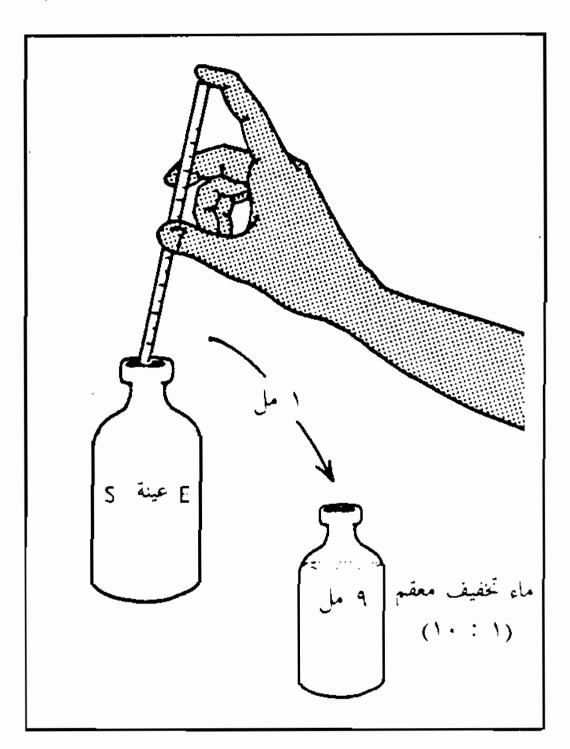


ب ـــ ضع ١٠ مل من العينة في كلٍ من الأنابيب الخمسة في الصف ف ١ باستعمال ماصة معقمة.

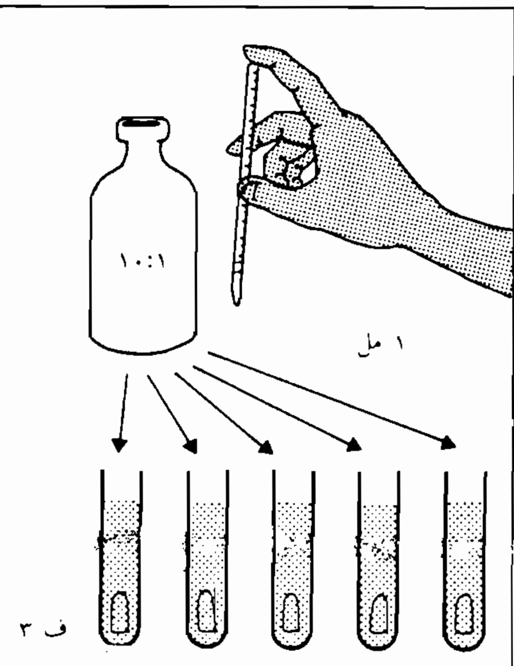


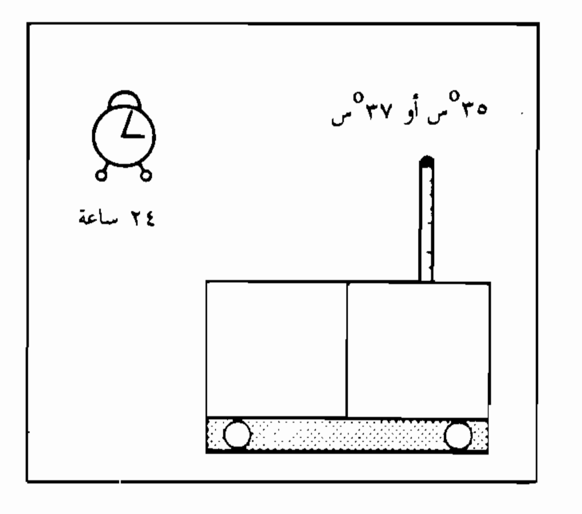
ج ـــ ضع ١ مل من العينة في كلٍ من الأنابيب الخمسة في الصف ف ٢ باستعمال ماصة معقمة.

د ـ حضر محلول ١٠:١ من العينة بإضافة ٩ مل من الماء المخفف (**استعمل** ماصة معقمة سعة ١ مل). سد ثانية الزجاجة المحتوية على العينة المخففة ورجها بقوة.



هـ ــ أضف ١ مل من السائل المخفف ١ : ١٠ بواسطة ماصة معقمة أخرى إلى كل من الأنابيب الخمس في الصف ف ٣.





و ــ بعد رج الأنابيب برفق لمزج الزُرعة inoculum ، ضع الرف ومعه الخمس عشرة أنبوبة في درجة حرارة ٣٥°س أو ٣٧°س لمدة ٢٤ ساعة في الحاضنة. وبعدها تابع الطريقة الخاصة بالماء غير الملوث ابتداءاً من ٥ ــ ١ هـ بالصفحة ١٠٩.

٦ ــ ٢ تعين العدد الأكثر احتمالا MPN

يتم التوصل إلى **العدد** الأكثر احتمالا بطريقة مماثلة للطريقة الموضحة في القسم ٥ ــ ٢ ، ولكن بالنظر للعدد الكبير من الأنابيب ، يتعين استخدام الجدول ٢ الأكثر تعقيداً.

ويبين المثال التالي كيفية الحصول على النتائج :

لنفرض أنه تم الحصول على النتائج التالية بعد تأكيد وجود إجمالي القولونيات:

ــ ٥ أنابيب إيجابية في الصف ف ١ (حجم العينة الملقحة ١٠ مل) ؛
ــ ٣ أنابيب إيجابية في الصف ف ٢ (حجم العينة الملقحة ١ مل) ؛
ــ أنبوبة إيجابية واحدة في الصف ف ٣ (حجم العينة الملقحة ١ر. مل).

وهكذا يمكن أن يُرمز للنتائج بالارقام ٥ ــ ٣ ــ ١ ، وهي تمثل الاختبار المؤكد للقولونيات. ويشير الجدول ٢ بأن النتيجة المشفّرة ٥ ــ ٣ ــ ١ (٥ × ١٠ مل إيجابي ، ٣ × ١ مل إيجابي ، ١ × ١ر. مل إيجابي) تعطي قيمة العدد الاكثر احتمالا وقدرها ١١٠ ، أي أن عينة الماء تحتوي على ما يقدر بـ ١١٠ قولونيات في كل ١٠٠ مل.

ويُجرى الاختبار المؤكد للقولونيات الغائطية بنقل ما تحمله عروة من كل أنبوبة اختبار إيجابية ظنيا إلى أوساط تأكيدية ، ووضعها في الحاضنة في درجة ٤٤ ± ٥ر.° س لمدة ٢٤ ساعة. ولنفرض أن هذا الاختبار يعطي قيمة مشفّرة هي ٤ ــ٣ ــصفر. عندها يعطي الجدول ٢ قيمة العدد الأكثر احتمالا وقدرها ٢٧ أي وجود ٢٧ قولونية غائطية في كل ١٠٠ ميليلتر من العينة.

ثم لنأخذ مثالًا لماء مفرط التلوث. فقد تعطي الطريقة الموضحة أعلاه نتيجة مشفّرة قدرها ٥ ــ ٥ ــ ٥. ونتيجة كهذه لا تعطي قيمة محددة **للعدد الأكثر** احتمالا. فعند الاشتباه بتلوث شديد كهذا تلقح عادة أكثر من ثلاثة تخفيفات عشرية التركيز . ويجب عمل سلسلة التخفيفات العشرية tenfold هذه بطريقة ما بحيث يحتمل حدوث نتيجة سلبية لأعلى تخفيف ملقح على الأقل. فإذا لقحّ في البداية ٥ × ٠ر١ مل ، ٥ × ١ر. مل ، ٥ × ١.ر. مل و ٥ × ١..ر. مل وتم الحصول على نتيجة مشفرة مؤكدة قدرها ٥ ــ ٥ ــ ٤ ــ ١ ، عندها يتعين استخدام ثلاث فقط من هذه النتائج للحصول على قيمة العدد الأكثر احتمالا من الجدول ٢. وينبغي انتقاء هذه النتائج بأخذ أصغر حجم للعينة (في هذه الحالة ١ر. مل) تعطي فيه كافة الأنابيب نتيجة ايجابية ، والتخفيفين الأعلى اللذين يليانه مباشرة. وعندها تستعمل النتيجة المشفّرة للأحجام الثلاثة للحصول على قيمة العدد الأكثر احتمالًا من الجدول ٢. ففي المثال المذكور أعلاه تُختار النتيجة ٥ ــ ٤ ــ ١ التي تمثل الأحجام ١ر. ، ١.ر. ، ١..ر. مل من العينة. وقيمة العدد الأكثر احتمالا التي يتم الحصول عليها من الجدول ٢ يجب أن تضرب في ١٠٠ للحصول على العدد الأكثر احتمالا لهذه العينة بالذات (انظر أدناه) ؛ وتكون هذه النتيجة في هذه الحالة هي ١٧٠٠٠ لكل ١٠٠ مل.

وأحياناً قد يجد عامل المختبر صعوبة في تعيين عامل الضرب لاستخدامه في الحصول على العدد الأكثر احتمالا MPN المناسب للعينة التي جرى فحصها. فالطريقة البسيطة لتعيين العدد الأكثر احتمالًا هي تقسيم قيمته التي يتم الحصول عليها من الجدول ٢ على حجم العينة ممثّلا بالعدد الأوسط في الرمز المختار. فعلى سبيل المثال ، خذ راموزاً code قدره ٥ ــ ٢ ــ صفر ، يمثل فيه العدد ٢ حجم عينة قدرها ١.ر. مل (انظر الجدول ٣). فالعدد الأكثر احتمالًا للراموز ٥ ــ ٢ ــ صفر من الجدول ٢ هو ٤٩. لهذا تكون قيمة العدد الأكثر احتمالًا للعينة المفحوصة :

$$\frac{٤٩}{٠١ر٠} = ٤٩ \times ١٠٠ = ٤٩٠٠.$$

الشكل ٢ ــ الأعداد الاكثر احتمالا MPN لنتائج توافيق مختلفة ايجابية وسلبية عند استخدام ٥ مقادير كل منها ١٠ مل ، و ٥ مقادير كل منها ١ مل و ٥ مقادير كل منها ١ر. مل

عدد الانابيب التى تعطى تفاعلا ايجابيا من اصل			العدد الاكثر احتمالا	عدد الانابيب التى تعطى تفاعلا سلبيا من أصل			العدد الاكثر احتمالا
٥ كل منها ١٠ مل	٥ كل منها ١ر. مل	٥ كل منها ١ مل		٥ كل منها ١٠ مل	٥ كل منها ١ر. مل	٥ كل منها ١ مل	
صفر	صفر	صفر	<٢	٤	٢	١	٢٦
صفر	صفر	١	٢	٤	٣	صفر	٢٧
صفر	١	صفر	٢	٤	٣	١	٣٣
صفر	٢	صفر	٤	٤	٤	صفر	٣٤
١	صفر	صفر	٢	٥	صفر	صفر	٢٣
١	صفر	١	٤	٥	صفر	١	٣١
١	١	صفر	٤	٥	صفر	٢	٤٣
١	١	١	٦	٥	١	صفر	٣٣
١	٢	صفر	٦	٥	١	١	٤٦
٢	صفر	صفر	٥	٥	١	٢	٦٣
٢	صفر	١	٧	٥	٢	صفر	٤٩
٢	١	صفر	٧	٥	٢	١	٧٠
٢	١	١	٩	٥	٢	٢	٩٤
٢	٢	صفر	٩	٥	٣	صفر	٧٩
٢	٣	صفر	١٢	٥	٣	١	١٠٩
٣	صفر	صفر	٨	٥	٣	٢	١٤١
٣	صفر	١	١١	٥	٣	٣	١٧٥
٣	١	صفر	١١	٥	٤	صفر	١٣٠
٣	١	١	١٤	٥	٤	١	١٧٢
٣	٢	صفر	١٤	٥	٤	٢	٢٢١
٣	٢	١	١٧	٥	٤	٣	٢٧٨
٣	٣	صفر	١٧	٥	٤	٤	٣٤٥
٤	صفر	صفر	١٣	٥	٥	صفر	٢٤٠
٤	صفر	١	١٧	٥	٥	١	٣٤٨
٤	١	صفر	١٧	٥	٥	٢	٥٤٢
٤	١	١	٢١	٥	٥	٣	٩١٨
٤	١	٢	٢٦	٥	٥	٤	١٦٠٩
٤	٢	صفر	٢٢	٥	٥	٥	>٢٤٠٠

ويبين الجدول ٣ أمثلة للعوامل التي تستخدم لضرب قيمة العدد الآكثر احتمالا المستخرج من الجدول ٢ للحصول على العدد الأكثر احتمالا الملائم للتخفيفات المختلفة.

الجدول ٣ ــ أمثلة لعوامل الضرب لتعيين العدد الأكثر احتمالًا للتخفيفات المختلفة للعينة

المثال	عدد الانابيب التي تعطي تفاعلا إيجابيا من أصل					النتيجة المشفرة المختارة	عامل الضرب للعدد الاكثر احتمالا
	٥ كل منها ١ مل	٥ كل منها ١ر. مل	٥ كل منها ١.ر. مل	٥ كل منها ١..ر. مل	٥ كل منها ١...ر. مل		
١	٥	٥	٢	صفر	صفر	٥ ــ ٢ ــ صفر	١٠٠
٢	٥	٥	٤	١	صفر	٥ ــ ٤ ــ ١	١٠٠
٣	٥	٣	صفر	صفر	صفر	٥ ــ ٣ ــ صفر	١٠
٤	٥	٥	٥	٣	١	٥ ــ ٣ ــ ١	١٠٠٠
٥	صفر	١	صفر	صفر	صفر	صفر ــ ١ ــ صفر	١٠

٧ ــ التطبيق على المياه الملوثة (الطريقة «المختصرة»)

إن إجراءات الطريقة المختصرة هي في الواقع مثيلة للطريقة المذكورة في القسم ٦ ــ ١ ، والفرق الوحيد هو أن ثلاثة أنابيب فقط من كل حجم عينة تلقّح بدلًا من خمسة أنابيب ، مما يجعل من الضروري استخدام **جدول مختلف** (الجدول ٤) لنعيين العدد الأكثر احتمالا.

٨ ــ انتقاء الأنابيب للاختبار المؤكد

يجب أن يتضمن كل تحليل جرثومي الاختبار المؤكد confirmed test. فإذا اقتصر الفحص على خمس فقط من حجم ١٠ ميليلتر ، يتعين إجراء الاختبار المؤكد الخاص بالقولونيات والقولونيات الغائطية على جميع الأنابيب التي يتكون فيها الغاز. ولكن إذا تضمن التلقيح خمسة أنابيب (أو ثلاثة[أ]) لكل من أحجام العينات التي تزيد عن ثلاثة (مثلا ، ١٠ ، و ١ر٠ ، و ١ر. ، و ١.ر. ، و ١..ر. مل) عندها لا يكون من الضروري إجراء الاختبارات المؤكدة على جميع الأنابيب الإيجابية.

(أ) في الطريقة المختصرة.

الجدول ٤ ــ الأعداد الأكثر احتمالا لتوافيق مختلفة من النتائج الإيجابية والسلبية عند استعمال ثلاثة مقادير كل منها ١٠ مل ، وثلاثة مقادير كل منها ١ مل ، وثلاثة مقادير كل منها ١ر. مل (الطريقة «المختصرة»)

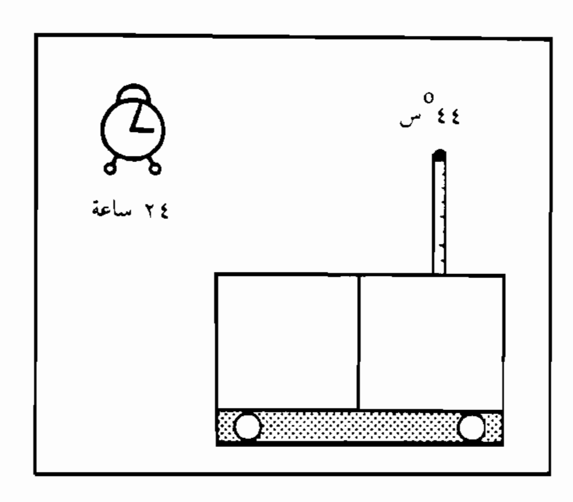
عدد الأنابيب التي تعطي تفاعلًا إيجابيا من أصل			
٣ كل منها ١٠ مل	٣ كل منها ١ مل	٣ كل منها ١ر. مل	العدد الاكثر احتمالًا
صفر	صفر	صفر	< ٣
صفر	صفر	١	٣
صفر	١	صفر	٣
١	صفر	صفر	٤
١	صفر	١	٧
١	١	صفر	٧
١	١	١	١١
١	٢	صفر	١١
٢	صفر	صفر	٩
٢	صفر	١	١٤

اذا كانت الانابيب الخمسة (الثلاثة) كلها ايجابية في تخفيفين متتاليين أو أكثر. عندها يتعين انتقاء مجموعة الأنابيب التي تمثل الاصغر بين أحجام العينة التي تكون فيها الانابيب جميعها إيجابية. ويجب إجراء الاختبار المؤكد على جميع هذه الأنابيب وجميع الأنابيب الايجابية المتطابقة مع الأحجام التالية الأدنى. وفيما يلي مثال يوضح هذه الطريقة : بعد وضع الأنابيب في الحاضنة لمدة ٢٤ ساعة كانت النتائج ايجابية في خمسة أنابيب سعة كل منها ١٠ مل ، وخمسة أنابيب سعة كل منها ١ر٠ مل ، وخمسة أنابيب سعة كل منها ١ر٠ مل ، وأربعة أنابيب سعة كل منها ٠١ر٠ مل ، وأنبوبة واحدة سعة ٠٠١ر٠ مل. وهكذا يجب إجراء الاختبار المؤكد على الأنابيب التي لقحّت في البداية بمقادير من العينة قدرها ١ر٠ مل و ٠١ر٠ مل و ٠٠١ر٠ مل.

٩ ــ الطريقة المباشرة لفحص القولونيات الغائطية

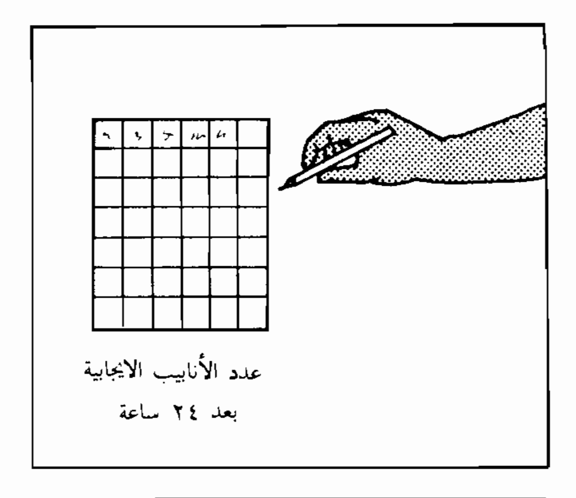
في حالة فحص ماء غير مكلور من مرفق مياه مجتمعي صغير ، ويكون فيه الاهتمام منصباً على القولونيات الغائطية فحسب ، يمكن استخدام طريقة متعددة الأنابيب مباشرة لفحص القولونيات الغائطية. ويمكن أن تستخدم هذه الطريقة في البلدان النامية أو اثناء الاستقصاءات الميدانية إذا كان المكان والقوى العاملة وتسهيلات الحضانة محدودة. وتقوم هذه الطريقة على طريقة العدد الأكثر احتمالا العادية التي يستخدم فيها مرق لاكتوز كوسط للفحص الظني ، ولكن تتم حضانة الأنابيب في حمام مائي في درجة ٤٤ ± ٥ر.°س بدون فحص مسبق لإجمالي القولونيات في درجة ٣٥°س أو ٣٧°س لمدة ٢٤ ساعة.

وهذه الطريقة مماثلة لتلك المذكورة فيما يتعلق بفحص الماء الملوث ، ولكن يستخدم فيها مرق لاكتوز أو مرق ماك كونكي كوسط ظني (انظر القسم ٦ ــ ١). حضّر ١٥ انبوبة من كل من العينة والوسط كما هو موضح في القسم ٦ ــ ١ أ ــ هـ.

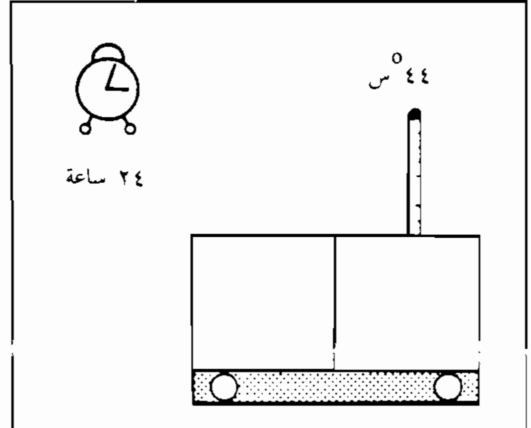


أ ــ بعد رج الأنابيب برفق لخلط المحتويات ضع الخمس عشرة أنبوبة في درجة ٤٤° ± ٥ر.°س في الحاضنة لمدة ٢٤ ساعة.

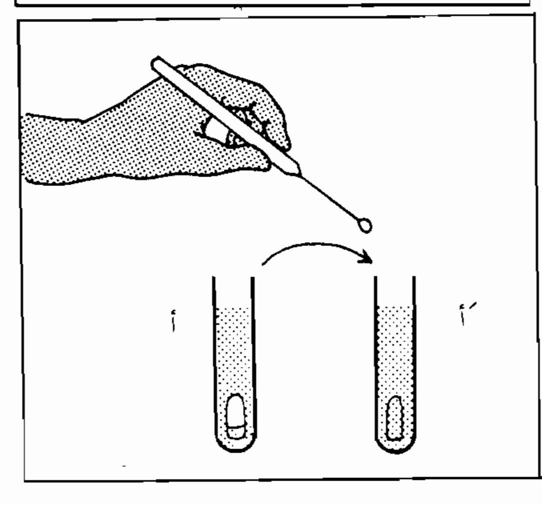
ب ــ افحص كل أنبوبة لاكتشاف وجود غاز فيها ثم سجل عدد الأنابيب الإيجابية بعد ٢٤ ساعة في الجدول المناسب.



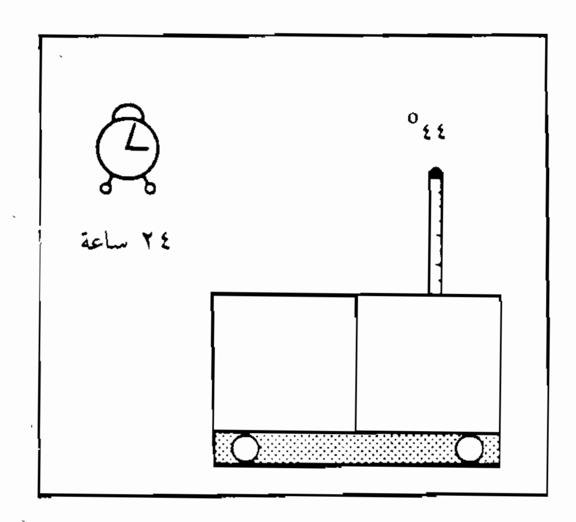
ج ــ يجب أن توضع الأنابيب السلبية في الحاضنة ثانية لمدة ٢٤ ساعة اخرى ، وأن تفحص بعد ذلك بحثا عن وجود غاز فيها.



د ــ تأكد من النتائج الظنية بعد ٢٤ ساعة و ٤٨ ساعة بنقل جزء من المرق بواسطة العروة إلى مرق تأكيدي ووضعه في الحاضنة في درجة ٤٤°س لمدة ٢٤ ساعة.



هـ ــ يتأكد وجود القولونيات الغائطية إذا تكّون غاز في المرق التأكيدي بعد ٢٤ ساعة في درجة حرارة ٤٤°س. عيّن العدد الأكثر احتمالًا MPN من الجدول ٢.



١٠ ــ استمارات التسجيل

التحليل الذي يُجرى لعينة معينة يعطي نتائج متعددة. وينبغي أن تكون الاستمارة التي تعد لتسجيل هذه النتائج كاملة ، وليس بالضرورة معقدة. وينبغي أن يتضمن النموذج معطيات عن الاعتيان sampling تساعد أيضاً في التعرف على العينات ، ومعطيات مسجلة على استمارة إرسال العينة ، وأخرى عن التحليل الجرثومي نفسه. ويبين الشكل ٣ استمارة شاملة مقترحة. وحال إتمام التحليل ، ينبغي للمختبر الذي يقوم بالفحص أن يسجل النتائج التي يتم الحصول عليها في استمارة قياسية (بروتوكول) ؛ على أن يتمشى هذا مع التوصيات المقترحة في الفصل الثاني. ويمكن أن يكون هذا البروتوكول تقريراً بسيطاً جداً تسجل فيه المعلومات الخاصة بالتعرف على العينة بالإضافة إلى نتيجة التحليل والتصنيف الملائم للماء. ويبين الشكل ٤ نموذجا لمثل هذا البروتوكول.

الشكل ٣ — استمارة شاملة مقترحة لتسجيل نتائج تحاليل طريقة الأنابيب المتعددة

تعريف العينة: رقم العينة	تعريف العينة: المجتمع	تعريف العينة: نوع العينة	تعريف العينة: المكان	تعريف العينة: المصدر	المرسل	تاريخ ووقت جمع العينة	تاريخ ووقت التحليل الأول	الكلور الحر المتبقي (ميليغرام/لتر)	حجم العينة الملقحة (مل)	عدد الأنابيب الملقحة	عدد الأنابيب الايجابية في الاختبار الظني ٣٥°س أو ٣٧°س: ٢٤ ساعة	عدد الأنابيب الايجابية في الاختبار الظني ٣٥°س أو ٣٧°س: ٤٨ ساعة	عدد الأنابيب الايجابية في الاختبار الظني: المجموع	عدد الاختبارات الايجابية في الاختبار المؤكد: ٣٥°س أو ٣٧°س لمدة ٤٨ ساعة	عدد الاختبارات الايجابية في الاختبار المؤكد: ٤٤°س لمدة ٢٤ ساعة	العدد الاكثر احتمالا MPN: اجمالي القولونيات	العدد الاكثر احتمالا MPN: القولونيات الغائطية
									١٠								
									١ر٠								
									٠ر١								
									١٠								
									١ر٠								
									٠ر١								
									١٠								
									١ر٠								
									٠ر١								
									١٠								
									١ر٠								
									٠ر١								
									١٠								
									١ر٠								
									٠ر١								

الشكل ٤ ــ بروتوكول مقترح لتسجيل نتائج الفحص الجرثومي

برنامج مراقبة
جودة المياه

[السلطة ....]

تحليل المياه
الجرثومي

المجتمع :

رقم العينة : ....

الموقع الذى جمعت منه العينة :

المكان :

المصدر :

المرسل :

تاريخ الاعتيان : ________ / ________ / ________ الوقت :

تاريخ التحليل : ________ / ________ / ________ الوقت :

الكلور الحر المتبقي [ ] ميليغرام/ لتر

النتـائج

اجمالي القولونيات /١٠٠ مل

القولونيات الغائطية /١٠٠ مل

المياه من الناحية الجرثومية

جيدة غير مقبولة

....
فني المختبر

....
(توقيع)
مدير المختبر

الملحق ٦

طريقة الترشيح الغشائي

١ ــ المبدأ الأساسي

بعكس طريقة الأنابيب المتعددة ، تعطي طريقة الترشيح الغشائي (MF) عداً مباشراً لإجمالي القولونيات وللقولونيات الغائطية الموجودة في عينة معينة من الماء. وتقوم هذه الطريقة على ترشيح حجم معروف من الماء خلال مرشح غشائي يتكون من مركب سليولوزي ذي مسامّ منتظمة قطر كل منها ٤٥ر. مكرومتر ؛ تحتجز الجراثيم على سطح المرشح الغشائي. وعندما يوضع الغشاء الذي يحتوي على الجراثيم في مستنبت تفريقي انتقائي في حاوية معقمة تحفظ في حاضنة درجة حرارتها مناسبة ، تنشأ مستعمرات مميّزة من القولونيات والقولونيات الغائطية يمكن عدّها مباشرة. وقد سبق وصف مزايا هذه الطريقة في الفصل الخامس (الصفحة ٣١).

٢ ــ حجم عينة الماء المعدّة للترشيح

حيث أن مساحة الترشيح صغيرة نسبياً ، فهي تعزز نمو عدد محدود من المستعمرات فحسب. والعدد الأمثل هو بين ٢٠ و ٨٠ مستعمرة ، يصل بحد أقصى قدره ٢٠٠ مستعمرة. وفي حالة تخطي هذا الرقم ، قد تنشأ مستعمرات غير نمطية أو متراكبة superimposed صغيرة جداً ، أو قد يحدث تثبيط inhibition للنمو بسبب التكاثر الجرثومي المفرط. ويعتمد اختيار حجم العينة التي يراد ترشيحها على نوع الماء.

أنواع المياه	حجم العينة التي يراد ترشيحها (مل)
مياه معالجة جيدة النوعية	٥٠ ــ ١٠٠
مياه شرب غير معالجة	١٠ ــ ٥٠
مياه سطحية	١ ــ ١٠

وإذا لم يكن أصل العينة معروفاً ، وكان محتواها المحتمل من الجراثيم غير محدد المقدار ، يجب ترشيح أحجام من الماء تختلف بمقدار عامل عشري factor of ten للتوصل إلى نطاق ملائم للتحليل. وإذا كان حجم الماء المراد ترشيحه أقل من ١٠ مل ، يجب وضع ٢٠ مل على الأقل من ماء تخفيف معقم في القمع قبل الترشيح.

٣ ــ التجهيزات

بالإضافة إلى التجهيزات والأواني الزجاجية الأساسية المستخدمة في طريقة الأنابيب المتعددة MT (انظر الملحق ٥ ، القسم ٣) ، من الضروري توفر المواد التالية لإجراء طريقة الترشيح الغشائي MF :

(أ) شفاط مائي **water aspirator** ، أو مفرغ هواء vacuum pump كهربائي ، أو أية طريقة ملائمة لإحداث فراغ جزئي يساوي نصف الضغط الجوي على الأقل.

(ب) قارورة إيرلماير (ذات مقبض جانبي) سعة لتر واحد وأنبوبة مطاطية متصلة بها ذات ثخانة كافية لمنع انطواء الأنبوبة عند احداث الفراغ.

(ج) دعامة للمرشح مكونة من قاعدة أو دعامة مسامية porous يوضع عليها المرشح ويمكن تثبيتها بقارورة إيرلماير بواسطة سدادة مطاطية ، بالاضافة إلى حاوية علوية يمكن تثبيتها بالدعامة المسامية. ويجب لف قطعتي دعامة المرشح بالورق على حدة وتعقيمها في الحاضنة لمدة ١٥ دقيقة على الأقل في درجة حرارة ١٢١° س.

(د) أطباق بتري **Petri** زجاجية أو بلاستيكية بمقياس ٦٠ × ١٥ ميليمتر (ويمكن أيضا استعمال علب مرهم من الحجم نفسه).

(هـ) مراشح غشائية ، قطرها ٤٧ ــ ٥٠ ميليمتر ، وقطر مسامها ٤٥ر. مكرومتر. وأكثر المراشح الغشائية ملاءَمة المغلفة منها على انفراد والمعقمة سلفا. ويمكن أيضاً استعمال مراشح غشائية غير معقمة ولكن يجب لفها في رزم صغيرة وباعداد ملائمة (حسب عدد عينات الماء المراد فحصها) ؛ وعندها تعقم في الحاضنة وتجفف بالسحب السريع للبخار.

(و) رفائد ماصة غُذيّة nutrient pads تتكون من أقراص من ورق الترشيح سمكها نحو ١ ميليمتر ، وقطرها مطابق لقطر المراشح الغشائية.

(ز) ملقط.

(ح) **عدسة مكبرة ، قدرتها على التكبير ٤ أو ٥ أضعاف ، لفحص وعدّ المستعمرات على المراشح الغشائية.**

٤ ــ المستنبتات وماء التخفيف

يمكن استخدام أوساط متعددة لفحص الجراثيم القولونية بطريقة الترشيح الغشائي. منها **غراء لاكتوز تيرغيتول** ، ولاكتوز TTC ، وغراء تيرغيتول ، ومرق لاكتوز سلفات اللوريل ، التي يمكن استخدامها في فحص الجراثيم القولونية في درجة حرارة ٣٥°س أو ٣٧°س ، وفي فحص جراثيم القولونيات الغائطية في درجة ٤٤°س. ويجب استعمال أوساط من النوع Endo-type فحسب في عد القولونيات في درجة ٣٥°س أو ٣٧°س ومرق MFC في درجة ٤٤°س لعد القولونيات الغائطية. ومع أن كافة هذه الأوساط تعتمد على اختمار اللاكتوز لاكتشاف الجراثيم القولونية الظنية ، يختلف التفاعل المميّز باختلاف المستنبت. ويعتمد اللمعان المعدني المميّز للمستعمرات في الأوساط التي من النوع Endo-type على تكون الألدهيد.

ورغم أنه بالإمكان تحضير الأوساط من المقومات ingredients الأساسية ، فقد يكون ذلك غير عملي بالنسبة لمختبر صغير. ولذا يوصى باستخدام أوساط مجففة لهذا الغرض. ويمكن تحضير الأوساط على شكل مرق واستعمالها مع رفائد ماصة غذيّة nutrient ، أو كصفائح غراء جامدة. ويمكن تجميد الأمراق باضافة ٢ر١ ــ ٥ر١٪ من الغراء قبل الغلي.

فعلى سبيل المثال تُبين فيما يلي الإجراءات الخاصة بتحضير كميات صغيرة من الأوساط المتعلقة بمرق M-Endo MF ومرق MFC:

(أ) **مرق M-Endo MF.**

(١) أذب ٤ر٢ غراماً من مستنبت مجفف في ٥٠ مل من الماء المقطر وأضف ١ مل من الكحول الإتيلي ٩٥٪.

(٢) عقم بالتسخين برفق إلى مجرد نقطة الغليان.

ويمكن تخزين الوسط لغاية ٤ أيام في الثلاجة ؛ ويكفي نحو ٥٠ مل من الوسط لاجراء ٢٥ اختباراً تقريباً.

(ب) **مرق MFC.**

(١) أذب ٩ر١ غراماً من الوسط المجفف في ٥٠ مل من ماء مقطر يحتوي على ٠ر١٪

من حمض الروزوليك في ٢ر. مول/ لتر من محلول هدروكسيد الصوديوم.

(٢) سخن الوسط إلى نقطة الغليان.

(٣) أبعده عن الحرارة بسرعة وبرّده إلى ما دون ٤٥°س.

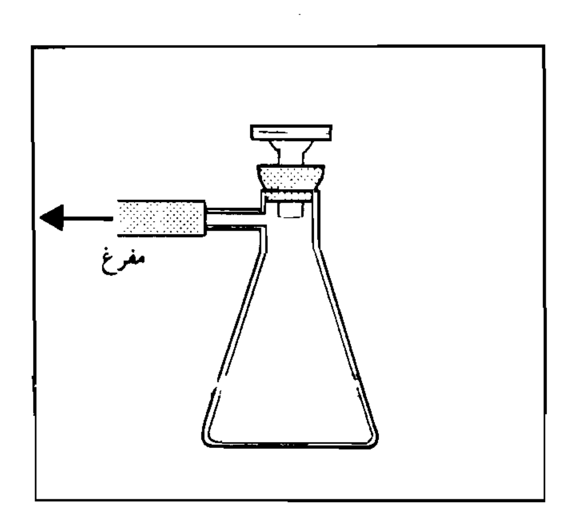
ويجب عدم تعقيم الوسط المحضّر بواسطة الحاضنة. هذا ويمكن تخزينه لغاية ٤ أيام في الثلاجة.

ويتعين تحضير ماء التخفيف كما هو موضح في القسم ٤ ــ ٢ من الملحق ٥.

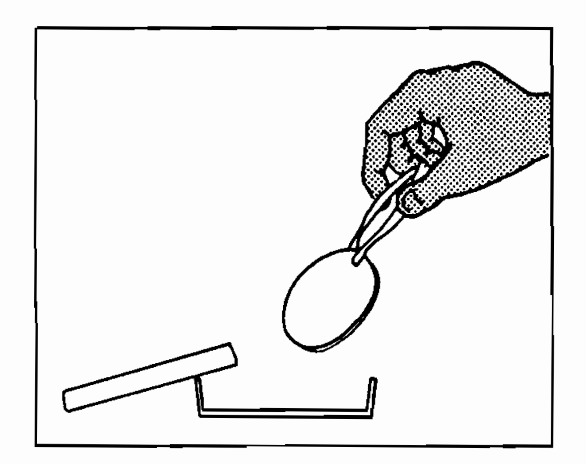
٥ ــ الطـريقـة

توضح هنا الطرائق العامة ، ولكن توجد هناك أنواع مختلفة من وحدات الترشيح والأجهزة الاخرى.

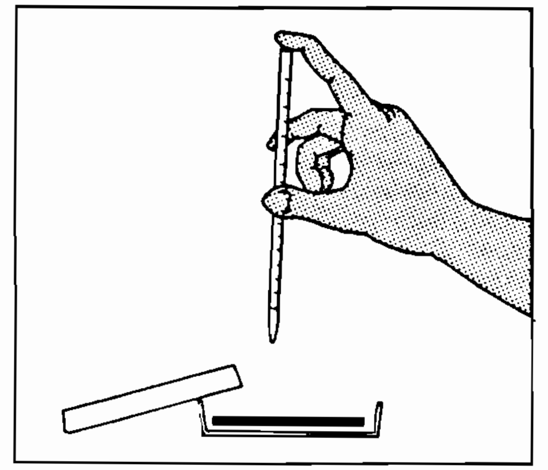
٥ ــ ١ تعيين إجمالي القولونيات



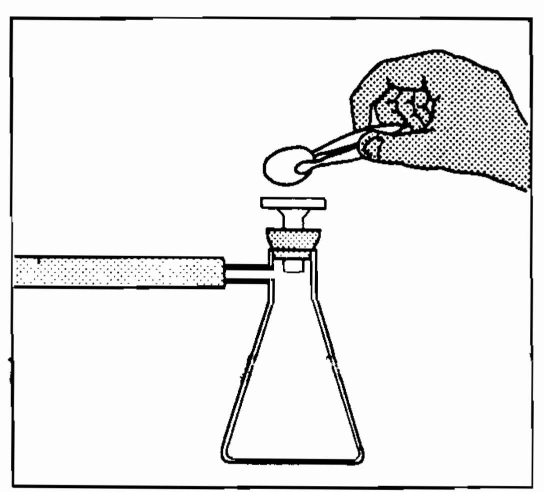
أ ــ أوصل قارورة إيرلنماير جانبية المقبض side-arm إلى مصدر الفراغ (المقفول) وضع الدعامة المسامية porous في مكانها. وفي حالة استخدام مضخة كهربائية ، يستحسن وضع قارورة ثانية بين قارورة إيرلنماير ومصدر الفراغ ، وتقوم القارورة الثانية مقام محبس للماء وهكذا تحمي المضخة الكهربائية.



ب ــ افتح طبق بتري وضع فيه رفادة.



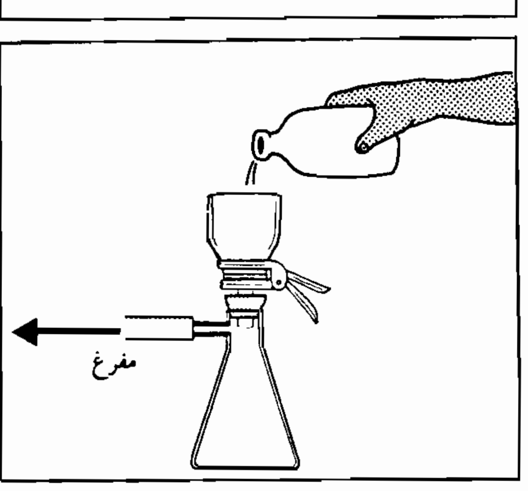
ج ــ أضف ٢ مل من وسط انتقائي مرقي بواسطة ماصة معقمة لإشباع الرفادة.



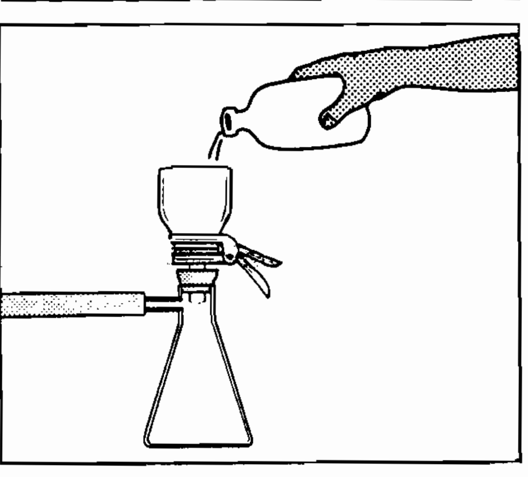
د ــ ركّب وحدة الترشيح بوضع مرشح غشائي معقم فوق الداعمة المسامية ، مستخدماً ملقطاً معقماً بالنار.

هـ ــ ضع الحاوية العلوية في مكانها وثبتها بواسطة المشابك الخاصة (يتوقف نوع المشبك المستخدم على نوع الأجهزة).

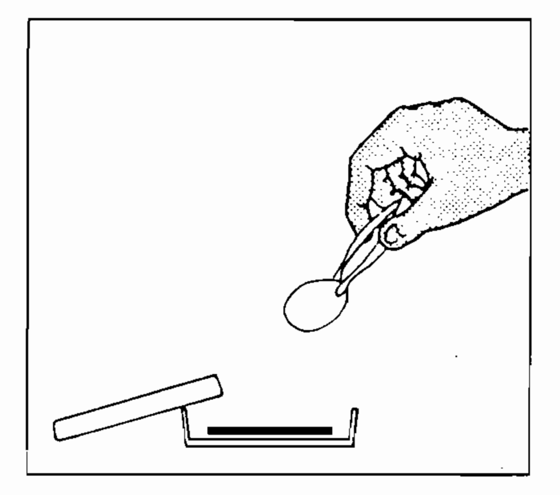
و ــ صب كمية العينة التي تم اختيارها على أنها مثالية وفقاً لنوع الماء، في الحاوية العلوية. وإذا كان حجم عينة الاختبار أقل من ١٠ مل، يضاف ٢٠ مل على الأقل من ماء التخفيف المعقم إلى الحاوية العلوية قبل الترشيح (انظر القسم ٢ من هذا الملحق). **شغّل مفرغة** الهواء.



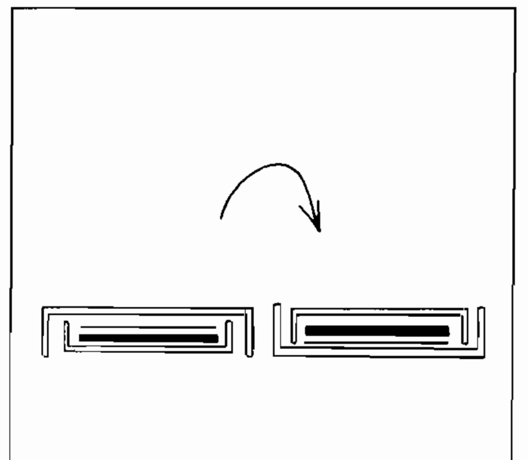
ز ــ بعد إمرار العينة خلال المرشح، أفصل مفرغ الهواء واشطف الحاوية بواسطة ٢٠ ــ ٣٠ مل من ماء التخفيف المعقم. كرر الشطف بعد أن يكون جميع ماء الشطف الأول قد مر خلال المرشح.



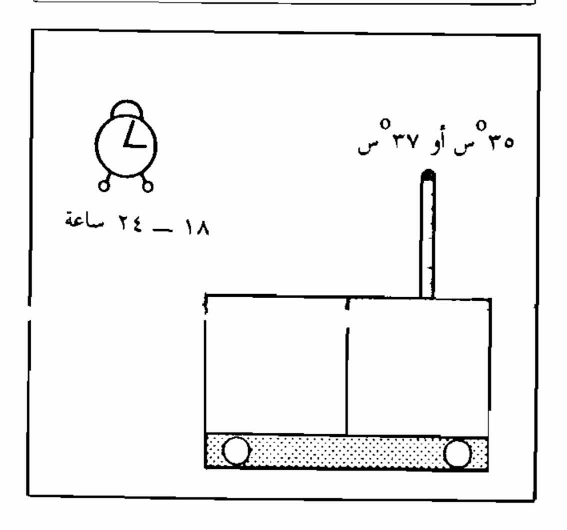
ح ــ فك وحدة الترشيح باستعمال الملقط ، وضع المرشح الغشائي في طبق بتري على الرفادة على أن يكون الجانب الشبكي إلى أعلى وتأكد من عدم احتجاز فقاقيع هوائية بين الرافدة والمرشح.



ط ــ اقلب طبق بتري تمهيداً لوضعه في الحاضنة.



ي ــ ضع طبق بتري في الحاضنة في درجة ٣٥°س أو ٣٧°س لمدة ١٨ ــ ٢٤ ساعة في نسبة رطوبة ١٠٠٪ (لضمان ذلك ضع قطعة قطنية مبتلّة في الحاضنة). وفي حالة استعمال حاويات مرهم أو أطباق بلاستك ذات اغطية محكمة ، لا حاجة حينئذ للترطيب.

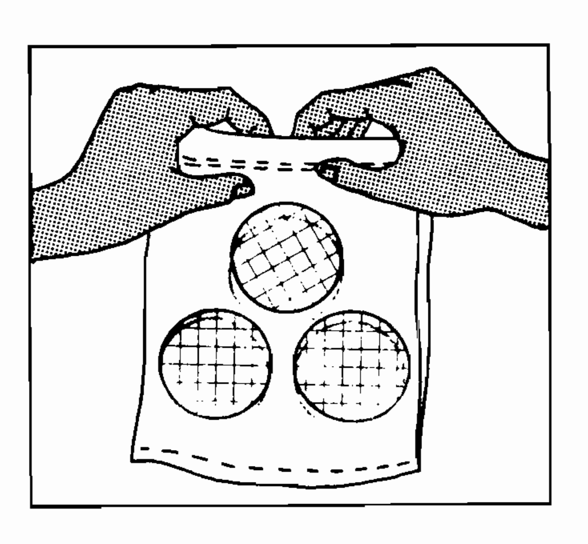


يكون لون مستعمرات الجراثيم القولونية متوسط الحمرة أو داكن الحمرة ، ولها لمعان سطحي ذهبي ضارب للخضرة أو معدني. وقد يغطي هذا اللمعان المستعمرة برمتها ، أو يظهر فقط في وسط المستعمرة. ويجب عدم عد المستعمرات التي من أنواع أخرى. ويمكن عد المستعمرات بالاستعانة بعدسة. وعندها يمكن التوصل إلى عدد إجمالي القولونيات في كل ١٠٠ مل كما يلي :

$$\text{إجمالي القولونيات في كل ١٠٠ مل} = \frac{\text{عدد المستعمرات القولونية التي يتم عدها}}{\text{عدد الميليلترات من العينة المرشّحة}} \times ١٠٠$$

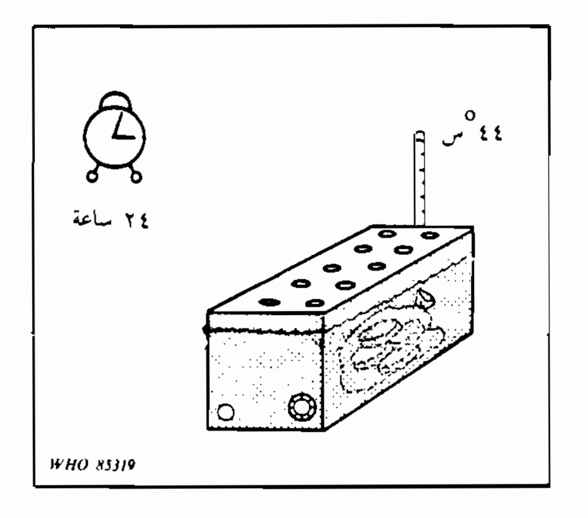
٥ ـ ٢ تعيين عدد القولونيات الغائطية

الطريقة المتبعة في تعيين عدد القولونيات الغائطية مماثلة للطريقة المتبعة في تعيين عدد إجمالي القولونيات. رشح العينة كما هو موضح ، وضع المرشح الغشائي على الرافدة المشبعة ، على سبيل المثال ، بوسط MFC.



أ ـ ضع الأطباق في حاضنة في درجة ٤٤ ± ٥ر.°س لمدة ٢٤ ساعة في درجة رطوبة ١٠٠٪. وكبديل لذلك ، يمكن وضع أطباق بتري محكمة الإغلاق أو مختومة في أكياس بلاستك صامدة للماء تمهيداً لوضعها في الحاضنة.

ب ــ غطّس الأكياس في حمام مائي يُحتفظ به في درجة ٤٤ ± ٥ر.°س لمدة ٢٤ ساعة. ويجب أن تبقى الأكياس تحت سطح الماء طوال فترة الحضانة. ويمكن إبقاؤها مغمورة بالماء بواسطة ثقل مناسب ، مثل ، رف معدني.



يكون لون مستعمرات جراثيم القولونيات الغائطية أزرق ، في حين أن مستعمرات القولونيات غير الغائطية ذات لون رمادي أو أصفر شاحب cream. ويمكن عد المستعمرات بالاستعانة بعدسة مكبرة ، وعندها يمكن التوصل لعدد القولونيات الغائطية كما يلي :

$$\text{عدد القولونيات الغائطية في كل ١٠٠ مل} = \frac{\text{عدد المستعمرات القولونية التي يتم عدها}}{\text{عدد الميليلترات من العينة المرشّحة}} \times ١٠٠$$

الملحق ٧

تعين كمية الكلور الحر المتبقي

يمكن استخدام نوعين من الإجراءات في تعيين كمية الكلور الحر المتبقي ؛ يستند أحدهما إلى جهاز تجاري للمقارنة البصرية ويتضمن النوع الآخر تفتيشاً ومقارنة بالرؤية للون الذي يظهر في أنابيب الاختبار. وهناك كاشفان مختلفان متاحان للاستعمال هما: ن ، ن ــ ثنائي إيتيل بارافينيل ديامين (DPD) وارثوتوليدين (OT) ؛ ومن عيوب الكاشف الأخير أنه يسبب السرطان ، ويجب أن يتداول بأقصى الحذر ، إذا كان لا بد من استعمال.

وتذكر هنا أيضاً تفاصيل موجزة عن طريقة تقوم على استخدام النشا ويوديد البوتاسيوم. ولكن هذه الطريقة لا تعيّن الكلور الحر المتبقي ولذلك قد تكون نتائجها إيجابية زائفة. ورغم هذا العجز فقد أضيفت بسبب استخدامها على نطاق واسع في بلدان عديدة.

١ ــ الطريقة التجارية للمقارنة البصرية

١ ــ ١ التجهيزات

التجهيزات المقارنة التجارية هي من نوعين أساسيين : (١) النوع القرصي الذي يحتوي على عجلة ذات زجاجات ملونة صغيرة ؛ و (٢) نوع الشريحة الذي يحتوي على سوائل عيارية في أمبولات زجاجية. ولكن يتكون كلاهما من المكونات نفسها وهي: صندوق ذو عدسة مجهر عينية eye-piece في الواجهة ووعاءان زجاجيان موقعهما ضمن حقل الرؤية لعدسة المجهر.

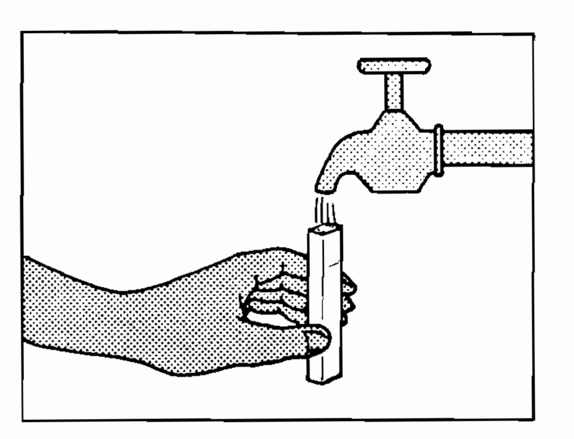
يوضع إناء يحتوي على عينة الماء بدون كواشف في صف الزجاجات الملونة أو أنابيب السائل المعياري الدوارة. وتوضع عيّنة الماء التي تحتوي على الكاشف في إناء آخر. ففي حالة وجود كلور حر يظهر لون معين في الإناء. وتقدر نسبة تركيز الكلور بمقارنة اللونين في الإناءين كما يظهران خلال عدسة المجهر. ويطابق كل لون للأقراص أو الأمبولات كمية معينة من الكلور في الماء ؛ وهناك حاجة إلى أقراص أو أمبولات مدّرجة مختلفة لكل من الكواشف المعينة.

١ ــ ٢ الكواشــف

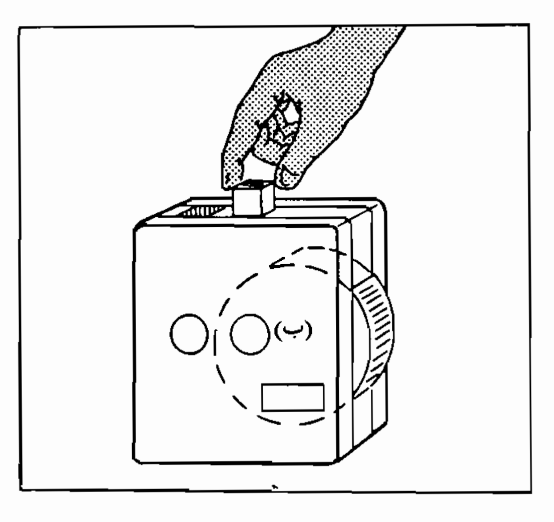
بما أنه يقصد استخدام معظم أجهزة المقارنة مع كواشف الصانع ، يجب الاهتمام بحفظ مخزون كافٍ منها. وهذا هو أحد عيوبها لأنه يتضمن الاعتماد على المورد المحلي ، وقد تنشأ أحياناً مشاكل تتعلق بالاستيراد. ومن ناحية أخرى ، من مزايا هذه الطريقة أنه لا حاجة لتحضير المحاليل العيارية مما يجعلها سهلة الاجراء.

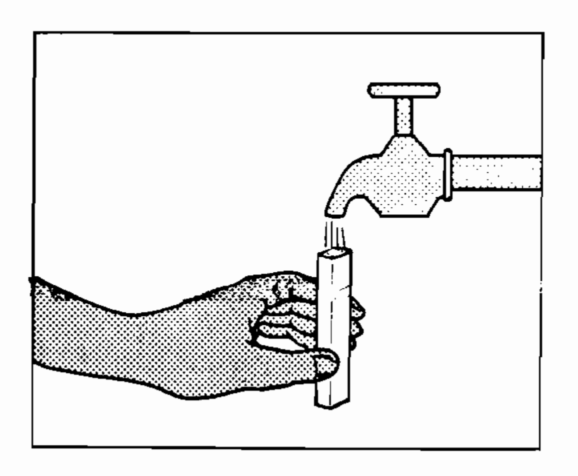
١ ــ ٣ تعيين الكلور الحر

أ ــ اشطف وعاء جهاز المقارنة مرتين أو ثلاثة، ثم عبئه بعينة الماء حتى العلامة المحددة على الاناء.

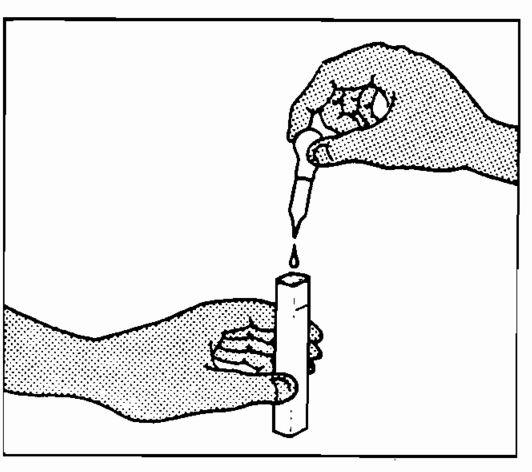


ب ــ ضع الإناء في حاملة الإناء الموجودة في الجهاز والموضوعة في صف المعايير الملونة (ب).

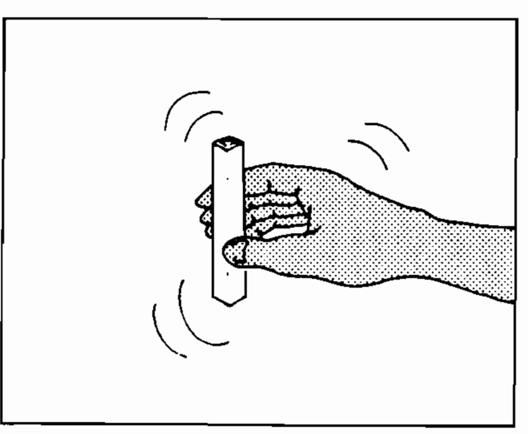




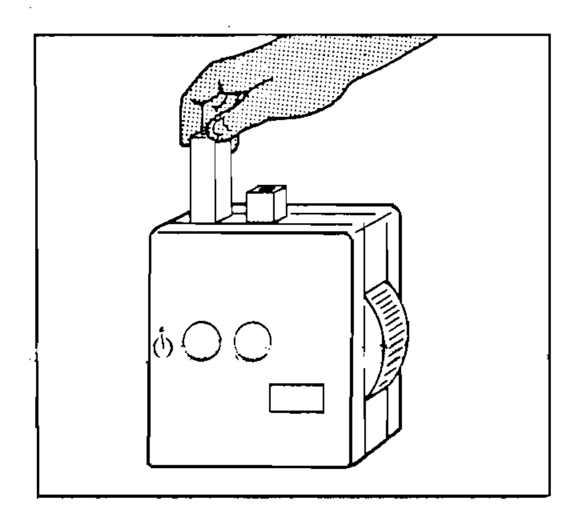
ج ــ اشطف الوعاء الثاني وعبئه بنفس الماء.



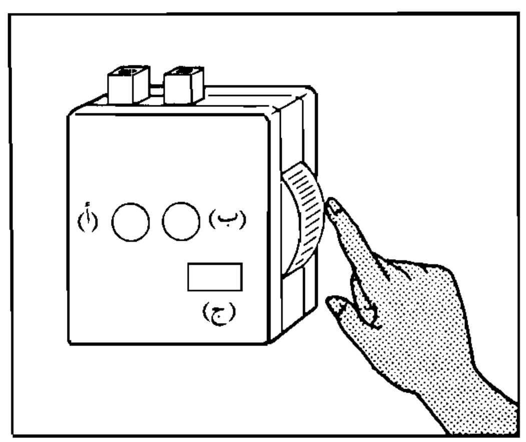
د ــ ضع كاشفاً في الإناء الثاني وفقاً لتعليمات الصانع.



هـ ــ رج الإناء (لمدة لا تزيد عن ٣ ــ ٥ ثوانٍ) لتمزج الكاشف.



و ــ ضع الإناء في جهاز المقارنة (أ).



ز ــ بينما أنت ممسك بجهاز المقارنة مواجهاً ضوءاً طبيعياً ، أدر القرص حتى يصبح لون المحلول المعياري (ب) هو نفس اللون الذي يظهره الكاشف (أ). وفوراً (أي ، في أقل من ٢٠ ثانية) اقرأ عند

(ج) قيمة الكلور الحر بالميليغرامات لكل لتر ؛ ومن المفيد أيضاً تبريد العينة الى نحو درجة ١°س (انظر الفصل ٦ ، الصفحة ٣٨).

٢ ــ طريقة أنبوبة الاختبار

طريقة أنبوبة الاختبار المعيارية تتضمن استعمال أنابيب نيسلر Nessler. ولكن في حالة الاستعمال الميداني ، يمكن استخدام أنابيب الاختبار العادية. وتقوم الطريقة على مقارنة

بصرية بين اللون الذي يظهر في أنبوبة أضيف إليها الكاشف وألوان المحاليل المعيارية المحضّرة سلفا والموجودة داخل أنابيب اختبار مختومة.

وحيث أن معظم مياه الشرب مكلورة بحيث تعطي تركيزاً نهائياً للكور المتبقي يقل عن ١ ميليغرام/ لتر ، فإن معايير الألوان الدائمة محضّرة في النطاق .ر. ـــ .ر١ ميليغرام/ لتر فحسب. وكما هي الحال في طريقة المقارنة التجارية ، تساعد سرعة تعيين الكمية (أقل من ٢٠ ثانية) في منع الكاشف من التأثير على أي كمية موجودة من الكلور المتحد وهكذا تُقلّص خطر الحصول على قيم مرتفعة زائفة للكلور الحر. كما أن تبريد العينة إلى نحو ١°س تقلل إلى أقصى حد من الخطأ الناشيء عن أي كلور متحد موجود (انظر الفصل ٦ ، بالصفحة ٣٨).

ويتطلب تطبيق طريقة أنبوبة الاختبار تحضير المعايير والكواشف اللونية في مختبر محلي أو إقليمي. وقد تم وصف الأجهزة والكواشف والإجراءات الضرورية في المنشورات المناسبة بشأن الطرائق التحليلية (انظر المراجع).

٣ ـــ طريقة النشا ويوديد البوتاسيوم

٣ ـــ ١ الأجهزة

تتطلب هذه الطريقة الأداتين التاليتين :

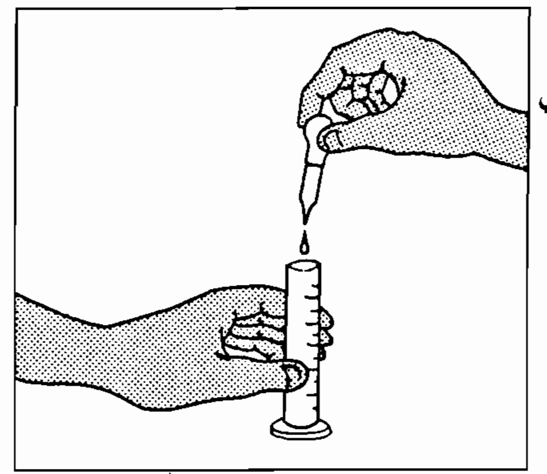
ـــ اسطوانة قياس سعة ١٠٠ مل ؛

ـــ ماصة قطارة dropper pipette.

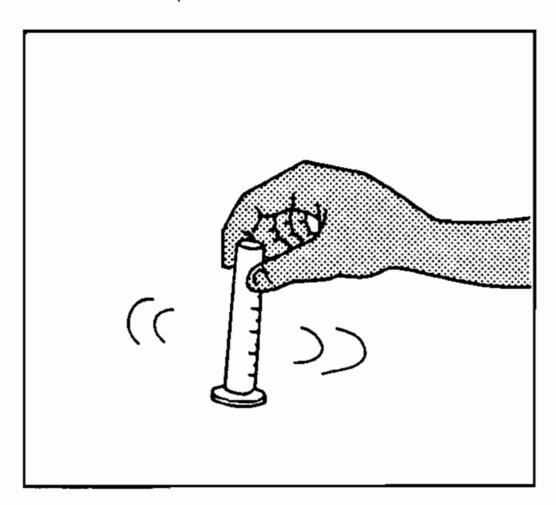
٣ ـــ ٢ الكاشف

أذب غرامين من النشا القابل للذوبان في ١٠٠ مل من الماء المقطر. واغل المحلول ودعه يبرد إلى مستوى حرارة الغرفة. أضف ٨ غرامات من يوديد البوتاسيوم وحرّك المزيج حتى يذوب كلياً ، واخزن المحلول في قارورة زجاجية بنّية ، مما يُبقي المحلول ثابتاً لمدة ٢ ـــ ٣ أسابيع.

٣ ــ ٣ تعيين كمية الكلور المتبقي



أ ــ أضف ٥ ــ ٦ قطرات من محلول النشا واليوديد إلى ١٠٠ ميليلتر من عينة الماء في اسطوانة قياس.



ب ــ امزج مزجاً تاما.

يمكن التوصل إلى معرفة محتوى عينة الماء من الكلور المتبقي من اللون الذي ينتج :

اللــون	الكلور المتبقي (ميليغرام/ لتر)
لا لون	٠ر٠
أزرق فاتح	١ر٠ ــ ٣ر٠
أزرق داكن	> ٣ر٠

المــراجــع

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION *Standard methods for the examination of water and waste-water*, 15th ed., Washington, DC, APHA, 1980.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION *Simplified procedures for water examination*, Denver, AWWA, 1975.

Guidelines for drinking-water quality. Volume 1, Recommendations, Geneva, World Health Organization, 1983.

Guidelines for drinking-water quality. Volume 2, Health criteria and other supporting information, Geneva, World Health Organization, 1984.

HUTTON, L. G. *Field testing of water in developing countries*, Medmenham, Water Research Centre, 1983.

International Reference Centre for Community Water Supply and Sanitation *Small community water supplies–technology of small water supply systems in developing countries*, Rijswijk, 1981.

Manual of basic techniques for a health laboratory, Geneva, World Health Organization, 1980.

RAJAGOPALAN, S. & SHIFFMAN, M. A. *Guide to simple sanitary measures for the control of enteric diseases*, Geneva, World Health Organization, 1974.

Surveillance of drinking-water quality, Geneva, World Health Organization, 1976 (Monograph Series, No. 63).

SUESS, M. J., ed. *Examination of water for pollution control–a reference handbook*, Oxford, Pergamon Press, 1982.

WAGNER, E. G. & LANOIX, J. N. *Water supply for rural areas and small communities*, Geneva, World Health Organization, 1959 (Monograph Series, No. 42).

وُضعت دلائل جودة مياه الشرب لكي تستعملها البلدان أساسا لمعايير إذا نفذت بشكل مناسب فإنها تضمن سلامة إمدادات مياه الشرب. وهذا المجلد يتناول بالتحديد إمدادات مياه الشرب في المجتمعات الصغيرة ، ولاسيما في المناطق الريفية ، مع تركيز الاهتمام على النوعية الجراثيمية للمياه. وهو يحوي معلومات عن تحرّي نظم التزويد بالمياه والتدابير الإصلاحية والوقائية اللازمة لصيانة جودة المياه ، كما يعرض في خطوات متتابعة طرائق جمع عينات الماء ، والتحليل الجراثيمي وتعيين كمية الكلور المتبقي.

يمكن الحصول على أسعار خاصة فيما يتعلق بطلبات الشراء الواردة من دول الاقليم ، ومن البلدان النامية ، وعند شراء كميات كبيرة . وتقدم الطلبات الخاصة بذلك إلى المكتب الاقليمي لشرق البحر المتوسط.

السعر ١٧ فرنك سويسري